



Foto: Patrícia Coelho de Souza Leão

10

Nutrição e Adubação

*Teresinha Costa Silveira de Albuquerque
Davi José Silva
Clementino Marcos Batista de Faria
José Ribamar Pereira*

10.1 Introdução

A nutrição mineral é um componente chave do manejo do vinhedo e tem o potencial de influenciar vários aspectos da produção da videira. A fertilização é um dos mais significativos componentes do custo de produção da cultura da videira, perfazendo quase 10% dos custos totais, e exerce grande influência na produtividade e na qualidade da uva. No entanto, a correção do solo e a adubação, embora sejam práticas generalizadas entre os produtores, ainda são feitas, em muitos casos, de forma empírica, sem atentar para as reais necessidades, em termos de solo e cultura.

Independentemente dos outros fatores de produção, tais como irrigação, manejo da cultura e tratamentos fitossanitários, as adubações devem ser realizadas com base em uma análise criteriosa das condições de solo e das exigências da cultura da videira, para que se obtenham produtividades elevadas e uvas com excelente qualidade. Adubações com doses excessivas e formulações inadequadas às necessidades do cultivo podem ocasionar desequilíbrios, com excedentes de nutrientes no solo, causando, em consequência, degradação do ambiente e queda da produtividade dos vinhedos, fato que tem sido observado constantemente nos laudos emitidos pelo Laboratório de Análises de Solo e Planta da Embrapa Semi-Árido. Por outro lado, adubações abaixo das necessidades da cultura não oferecem as condições necessárias para a obtenção de produtividades rentáveis. Assim, para se ter sucesso em qualquer exploração agrícola, é necessário otimizar os fatores de produção, levando-se em conta que a produção de uvas de qualidade é decorrente, em grande parte, da nutrição equilibrada das videiras, o que representa quantidades de nutrientes suficientes e satisfatórias para atender às necessidades de desenvolvimento vegetativo e de produção (ALBUQUERQUE, 1998; FRÁGUAS; SILVA, 1998).

A videira pode ser cultivada em, praticamente, todas as classes de solo. Deve-se, entretanto, evitar solos rasos, extremamente arenosos ou argilosos, solos com camada adensada ou compactada, mal drenados e contendo teores relativamente altos de sais solúveis e sódio trocável.

A produtividade média obtida no Submédio do Vale do São Francisco é variável com a cultivar – em cultivares sem sementes, está em torno de $27 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, tendo potencial para $30 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, considerando-se apenas um ciclo produtivo por ano. Em cultivares com sementes, a produtividade pode chegar a $50 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, considerando-se duas safras anuais e dependendo do nível tecnológico adotado pelo vitivinicultor. Mesmo em solos muito arenosos e de baixa fertilidade, como os Neossolos Quartzarênicos, têm sido obtidas boas produtividades, desde que sejam adotadas tecnologias adequadas para tais condições.

10.2 Nutrientes essenciais e sintomas de deficiência

As plantas necessitam de dezesseis elementos para o seu desenvolvimento: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cloro, molibdênio, cobre, ferro, manganês e zinco.

O carbono e o oxigênio são obtidos do ar, nas formas de CO_2 e O_2 , utilizados nos processos de fotossíntese e respiração, respectivamente. O hidrogênio, como também o oxigênio, é encontrado na água. Os outros elementos são encontrados no solo sob diversas formas (TISDALE et al., 1985). Os nutrientes que são exigidos em grandes quantidades são chamados de macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre; os que são exigidos em pequenas quantidades são chamados de micronutrientes: boro, cloro, molibdênio, cobre, ferro, manganês e zinco.

A carência ou o excesso de um ou mais nutrientes pode ser caracterizada por meio de sintomas visíveis nas folhas, ramos e frutos, ou, ainda, por meio de análise do tecido vegetal, mesmo quando não ocorrem sinais visíveis de deficiência ou de toxidez do nutriente em estudo.

10.2.1 Nitrogênio

O nitrogênio é encontrado no solo nas formas orgânica (proteínas, aminoácidos, entre outras) e inorgânica (NH_4^+ e NO_3^-). As principais formas absorvidas pelos vegetais são NH_4^+ e NO_3^- . No caso da videira, quase todo o nitrogênio é absorvido e transportado até as folhas na forma de NO_3^- , onde sofre redução para NO_2^- e, em seguida, para NH_4^+ , na presença da enzima redutase do nitrato (CHRISTENSEN et al., 1978; TAIZ; ZEIGER, 2004). A partir do NH_4^+ tem início o processo de síntese de compostos orgânicos, como aminoácidos, pigmentos da clorofila, proteínas, hormônios, alcaloides e fosfatos orgânicos (WINKLER et al., 1974; CHRISTENSEN et al., 1978; MARSCHNER, 1995).

O nitrogênio é bastante móvel na planta e, em consequência, os sintomas de deficiência surgem primeiro nas partes mais velhas da planta. A falta desse elemento manifesta-se por um débil desenvolvimento das plantas, apresentando folhas pequenas com coloração amarelada, baixo desenvolvimento vegetativo e radicular, encurtamento dos entrenós, brotações contorcidas e avermelhadas, baixo percentual de pegamento dos frutos, cachos pequenos e desuniformes, o que resulta numa baixa produtividade. O desenvolvimento vegetativo, a produtividade, o tamanho de bagas e de cachos diminuem, antes mesmo que apareçam os sintomas visuais de deficiências deste nutriente (WEAVER, 1976; CHRISTENSEN et al., 1978).

Praticamente, não são observados sintomas visuais de deficiência de nitrogênio nas videiras cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco, visto que os viticultores, além da adubação com nitrogênio mineral, aplicam de $20 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ a $60 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ de esterco de curral (caprino e/ou ovino e/ou bovino), o que corresponde de $100 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$ a $400 \text{ kg}.\text{ha}^{-1}$ de N por ciclo da cultura, pois este esterco apresenta, aproximadamente, 1% de N. Entretanto, em anos atípicos, quando ocorrem precipitações pluviométricas intensas, da ordem de 50 mm ou mais, em curtos períodos de tempo, chama a atenção o aparecimento de leve descoloração das folhas das videiras, possivelmente, devido à intensa lixiviação do nitrogênio do solo dos vinhedos ou ao bloqueio do processo bioquímico de nitrificação que ocorre no solo ou à deficiência de oxigênio no sistema radicular. Esta descoloração é momentânea e prontamente superada quando cessam as chuvas e as plantas voltam a absorver quantidades adequadas de nitrogênio do solo.

O sintoma de deficiência de nitrogênio é bem nítido em plantas de videira cultivadas em hidroponia, na ausência deste nutriente (Figura 1).

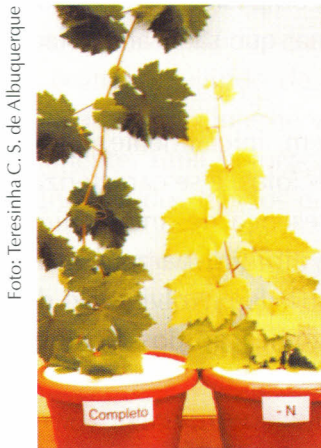


Foto: Teresinha C. S. de Albuquerque

Figura 1. Videiras cultivadas em hidroponia com e sem sintoma de deficiência de nitrogênio.

O excesso de nitrogênio pode resultar em aumento de vigor das plantas, atraso na maturação dos cachos, dessecamento da ráquis e dos sarmentos, predisposição a doenças e desequilíbrio na relação carbono/nitrogênio. Esta relação regula todo o mecanismo de diferenciação e indução das gemas florais, provocando a diminuição da fertilidade das gemas (WEAVER, 1976; CHRISTENSEN et al., 1978; SRINIVASAN; MULLINS, 1981).

10.2.2 Fósforo

Na fase sólida, em solos ácidos, com predomínio de caolinita e de óxidos de ferro e de alumínio, o fósforo aparece combinado, formando fosfatos de ferro e de alumínio e, em solos neutros ou calcários, como fosfato de cálcio, em elevada

concentração, porém com baixa solubilidade. O fósforo é encontrado, também, na matéria orgânica, formando compostos tais como: fosfato de inositol, fosfolipídeos e ácidos nucleicos. Na solução do solo, o fósforo pode apresentar-se dissociado na forma de íons ortofosfato, derivados do ácido ortofosfórico (H_3PO_4), em função do pH, resultando que em solos ácidos, com pH abaixo de 6, a forma predominante é de H_2PO_4^- e, em solos neutros (pH de 6 a 7) e alcalinos (pH de 7 a 9), predominam as formas de HPO_4^{2-} e PO_4^{3-} (RAIJ, 1991).

A absorção deste nutriente pelas plantas se dá, preferencialmente, na forma H_2PO_4^- , permanecendo nas células como fosfato inorgânico (Pi) ou é esterificado, formando éster fosfato (açúcar fosfato) ou, ainda, une-se a um outro fosfato por meio de uma ligação altamente energética, formando o pirofosfato - P ~ P (ATP). O fósforo dentro das plantas está em constante mudança entre essas três formas (MARSCHNER, 1995).

O fósforo é móvel na planta, translocando-se dos tecidos mais velhos para os tecidos meristemáticos. Sua principal função é a transferência de energia nas rotas metabólicas. Este elemento entra na composição de vitaminas, lecitina, ácidos nucleicos, difosfato e trifosfato de adenosina, que são transportadores de energia no cloroplasto (FREGONI, 1980).

Os sintomas de deficiência ocorrem, inicialmente, nas folhas mais velhas, tanto no limbo como nas nervuras e nos pecíolos, e se caracterizam por uma clorose nas cultivares de uvas brancas e pela presença de antocianina (coloração roxo-violeta) em cultivares de uvas tintas, evoluindo para necrose e secamento. A deficiência desse elemento causa redução no desenvolvimento do sistema radicular, retardamento no crescimento e escassa lignificação dos tecidos (FREGONI, 1980). Entretanto, essa sintomatologia manifesta-se apenas quando a deficiência é muito acentuada, o que, geralmente, não acontece em áreas de vinhedos nas regiões produtoras de uva (WINKLER et al., 1974; CHRISTENSEN et al., 1978). Como no Submédio do Vale do São Francisco, grande parte das análises de solo dos vinhedos apresentam teores muito elevados de P, chegando a mais de 1.000 mg.dm^{-3} , em decorrência do aporte contínuo de grandes quantidades de fertilizantes fosfatados minerais e de esterco de curral, que contém de 0,1% a 0,5% de P, não se observa sintomas de deficiência deste nutriente nos vinhedos. Em condições de excesso, o fósforo pode causar deficiência de ferro e de zinco nas plantas (FREGONI, 1980), fato este comumente observado no Submédio do Vale do São Francisco.

10.2.3 Potássio

O potássio é encontrado no solo em minerais primários e secundários, na forma trocável, adsorvido aos colóides do solo, fixado por argilas do tipo vermiculita

e ilita e na solução do solo (BLACK, 1968). É encontrado em maior concentração na camada superficial do solo.

O potássio é absorvido pelas plantas na forma iônica (K^+) e assim permanece, não formando compostos. Na videira, o potássio tem inúmeras funções: regula a entrada do CO_2 , influenciando a fotossíntese; mantém a turgescência do protoplasma celular, aumentando a resistência a moléstias; ajuda no processo de lignificação de raízes e sarmentos; regula a abertura e fechamento dos estômatos, influenciando na transpiração; tem importância na diferenciação das gemas e na germinação do grão de pólen; estimula a síntese de aminoácidos importantes na formação do aroma e sabor do vinho; favorece a translocação dos açúcares para a perfeita maturação do cacho (GIOVANNINI, 1999; MARSCHNER, 1995).

A carência desse elemento interfere na síntese proteica, causando elevação da quantidade de aminoácidos livres, retarda a maturação da uva e promove a produção de cachos pequenos, frutos duros, verdes e ácidos (WEAVER, 1976).

Os sintomas de deficiência de potássio manifestam-se, em primeiro lugar, nas folhas mais velhas, caracterizados por um amarelecimento internerval em cultivares de uvas brancas, seguido de necrose da zona periférica do limbo, que progride na direção do tecido internerval. Em cultivares de uvas tintas, as folhas apresentam, inicialmente, uma coloração arroxeada entre as nervuras, seguindo-se de necrose progressiva dos tecidos do limbo.

As causas de deficiência de potássio nas plantas estão relacionadas, principalmente, ao baixo teor de potássio no solo e a uma adubação potássica deficiente. O excesso de nitrogênio contribui para aumentar a necessidade de potássio pela planta. Teores elevados de cálcio e de magnésio no solo, em relação ao potássio, manejo de água deficiente, lençol freático na altura da zona radicular, corte excessivo do sistema radicular, destacam-se como fatores que, isoladamente, ou em conjunto, dificultam a absorção de potássio pelas plantas. Brancadoro et al. (1994) sugerem que em condições de baixa disponibilidade de K no solo, possam ser utilizados porta-enxertos que apresentem características genéticas favoráveis à absorção deste nutriente, como o SO4.

O cloreto de potássio é a fonte mais econômica e mais utilizada no Submédio do Vale do São Francisco. Entretanto, seu uso não deve ser generalizado, uma vez que o íon cloreto (Cl^-) pode causar injúria salina às plantas, principalmente em solos rasos e mal drenados e que apresentem algum indício de salinização (CHRISTENSEN et al., 1978). Por isso, recomenda-se o uso de sulfato de potássio, nitrato de potássio ou monofosfato de potássio (MKP), alternado com o cloreto de potássio. Em avaliações realizadas em vinhedos do polo vitivinícola desta região, Albuquerque et al. (2005a) observaram que as adubações, tanto potássicas, quanto fosfatadas, estão sendo

realizadas com doses e formulações inadequadas às necessidades da cultura, gerando excedentes de nutrientes no solo, aumentando, como consequência, a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, que passou de 0,23 dS.m⁻¹ para 2,50 dS.m⁻¹, valor este que pode causar redução de até 10% na produtividade potencial dos vinhedos.

10.2.4 Cálcio

O cálcio é encontrado no solo em minerais primários e secundários, adsorvido aos coloides, em solução e complexado na matéria orgânica, sendo absorvido pela planta como íon Ca²⁺. O cálcio forma pectato de cálcio, importante componente da parede celular, sendo imprescindível para o crescimento apical, tanto das raízes como da parte aérea; participa da estrutura da membrana celular, favorecendo a permeabilidade das células; forma oxalato de cálcio, neutralizando o ácido oxálico, que é tóxico para a videira (GIOVANNINI, 1999). O cálcio é necessário em vários processos metabólicos na planta, como na síntese de proteínas, ativação de enzimas, assimilação do nitrogênio e transporte de carboidratos e aminoácidos (WINKLER et al., 1974). É praticamente imóvel na planta, motivo pelo qual os sintomas de deficiência manifestam-se, primeiramente, nas folhas mais novas (TERRA et al., 1998).

A deficiência desse nutriente causa a paralisação do crescimento dos ramos e das raízes, em consequência da morte dos tecidos dos ápices meristemáticos, fato comprovado em estudo de deficiência em plantas de videira cultivada em hidroponia (Figuras 2 e 3). Nas folhas jovens, a deficiência manifesta-se por uma clorose

Figura 2. Planta de videira cultivada em solução nutritiva com sintoma de deficiência de cálcio.



Foto: Teresinha C. S. de Albuquerque



Foto: Teresinha C. S. de Albuquerque

Figura 3. Detalhe do ápice de ramos em videiras com e sem sintoma de deficiência de cálcio.

internerval e marginal, seguida de necrose das margens do limbo, podendo ocasionar, ainda, a morte dos ápices dos ramos. No Submédio do Vale do São Francisco, tem-se observado, em vinhedos da cultivar Sugaone com alta produtividade, a ocorrência de manchas escuras na película das bagas, decorrentes da absorção mais lenta deste nutriente em relação aos demais. A evolução das manchas na película das bagas foi estacionada pela aplicação foliar de nitrato de cálcio, que mostrou-se eficiente em fornecer cálcio às plantas na fase de crescimento dos frutos.

Choudhury et al. (1999) observaram que o cálcio apresentou um efeito benéfico na qualidade do fruto durante a fase de pós-colheita da uva Itália. Aos 56 dias de armazenamento dos frutos em câmara fria, o tratamento que continha 65% de nitrogênio, na forma de nitrato de cálcio, apresentou redução de 14,71% no grau de secamento do engaço e murchamento da baga e 34,05% na ocorrência de podridão.

Em condições de altos teores de cálcio, como os Vertissolos predominantes em Juazeiro, BA, e em alguns Cambissolos, em Casa Nova, BA, é comum a ocorrência de deficiências de potássio e de magnésio, com predominância de sintomas de clorose férrica – deficiência de ferro e outros micronutrientes (Figura 4).

10.2.5 Magnésio

Figura 4. Deficiência combinada de ferro e zinco em videira cultivar Syrah estabelecida em campo, em solos com excesso de cálcio.

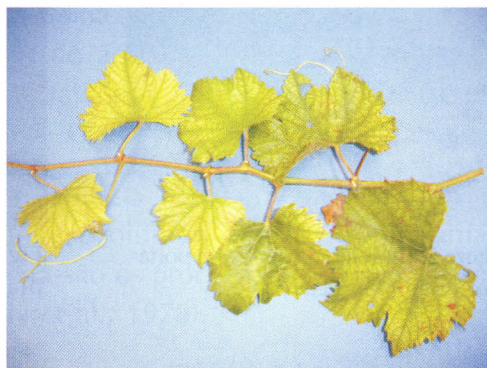


Foto: Teresinha C. S. de Albuquerque

O magnésio é absorvido pelas plantas como cátion divalente (Mg^{2+}); no entanto, sua taxa de absorção sofre forte influência de outros cátions, tais como: K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} , assim como do H^+ , em solos com pH baixo (MARSCHNER, 1995).

Na videira, o magnésio desempenha as seguintes funções: é elemento importante na molécula da clorofila; age como ativador enzimático; atua na estabilidade dos ribossomos e aumenta a absorção de fósforo.

Plantas deficientes em magnésio apresentam clorose internerval nas folhas basais, sendo que as nervuras permanecem verdes. Em cultivares de uvas brancas, as manchas cloróticas evoluem até a necrose dos tecidos do limbo. Em cultivares

de uvas tintas, as manchas apresentam coloração arroxeada, que, também, evoluem até a necrose do tecido. Nas cultivares de videira enxertadas no porta-enxerto SO4, é comum o aparecimento de deficiência de Mg (Figura 5), por este apresentar uma baixa capacidade de absorção deste elemento (GALET, 1985), e alta de K⁺ (GALET, 1985; BRANCADORO et al., 1994), principalmente quando as plantas estão estabelecidas em solos com pH em torno de 7 e com elevado teor de Ca²⁺. Os sintomas podem ser confundidos com os de deficiência de potássio, sendo recomendável realizar a análise foliar para averiguação.

A deficiência de magnésio pode ocorrer, também, em vinhedos em formação, cultivados em solos arenosos com baixa capacidade de troca de cátions (WINKLER et al., 1974). No Submédio do Vale do São Francisco, tem-se observado, em vinhedos estabelecidos em solos arenosos que apresentam baixa CTC, principalmente nos meses mais quentes, sintomas de deficiência de magnésio (Figura 6), especialmente nas fases de desenvolvimento vegetativo, maturação da baga e repouso, pois, de acordo com Quinn (1989), o estresse térmico pode desencadear a degradação das proteínas, inclusive das proteínas estruturais dos tilacoides, causando a desarticulação das moléculas de clorofila.



Figura 5. Deficiência de Mg no porta-enxerto SO4 em Luvisolo.



Figura 6. Deficiência de Mg em plantas de videira Thompson Seedless x SO4, cultivadas em Neossolos Quartzarênicos.

10.2.6 Enxofre

O enxofre está presente no solo, principalmente na forma de compostos orgânicos e de sulfato adsorvido ao complexo sortivo do solo ou na solução do solo. Faz parte de alguns aminoácidos essenciais, tais como: metionina, cistina e cisteína, de certas vitaminas e da coenzima A, sendo, também, um ativador de enzimas (TISDALE et al., 1985). A assimilação do enxofre pelas plantas, em muitos aspectos, assemelha-se à assimilação do nitrato, como no caso da redução do sulfato, que é necessária para a incorporação do enxofre nos aminoácidos e proteínas.

Marschner (1995) comenta que embora o gás sulfídrico (SO_2) atmosférico seja absorvido e utilizado pela parte aérea das plantas superiores, a fonte mais importante de enxofre é o íon sulfato, que é absorvido pelas raízes.

Os sintomas de deficiência de enxofre aparecem, inicialmente, nas folhas mais novas, devido à sua baixa mobilidade no floema e se caracterizam por uma clorose semelhante à da deficiência de nitrogênio. A carência de enxofre dificilmente será encontrada nas videiras, vez que está presente na composição dos fertilizantes químicos e orgânicos que são incorporados ao solo, bem como dos defensivos que contêm enxofre e que são pulverizados para o controle de doenças, os quais garantem um suprimento adequado deste nutriente para a cultura da videira.

10.2.7 Boro

O boro é encontrado no solo, principalmente na forma de borossilicatos, sendo que o boro disponível encontra-se combinado com o complexo argilo-húmico. Este elemento é absorvido pelas plantas nas formas de $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, H_2BO_3^- , HBO_3^{2-} ou BO_3^{3-} e não se transloca dos tecidos velhos para os mais novos. O boro favorece a síntese de ácidos nucleicos, induzindo o crescimento; favorece a fecundação, interferindo na germinação dos grãos de pólen; ativa a produção e facilita a translocação de carboidratos; ativa a síntese de clorofila; participa do mecanismo de ação da giberelina e na síntese do ácido indolacético; influi na absorção e transporte de cálcio, como, também, favorece a síntese de RNA e DNA (FREGONI, 1980; NOGUEIRA; FRÁGUAS, 1984; CHRISTENSEN, 1986).

Os sintomas de deficiência manifestam-se, primeiramente, nas folhas novas, devido à sua imobilidade na planta, evoluindo para os frutos, uma vez que a polinização e a frutificação da videira são os processos fisiológicos mais sensíveis à deficiência de boro (CHRISTENSEN et al., 1978).

A carência desse elemento provoca diminuição dos internódios, emissão de feminelas, morte do ápice vegetativo e envassouramento. Nas inflorescências, causa o aborto excessivo de flores, resultando em cachos malformados. A caliptra não se solta com facilidade por ocasião da florada, permanecendo sobre a baga em desenvolvimento. Pode ocorrer dessecamento parcial ou total dos cachos e necrose nas bagas, interna e externamente (WINKLER et al., 1974; CHRISTENSEN et al., 1978; NOGUEIRA; FRÁGUAS, 1984). O boro parece fazer parte da formação da parede celular e, em plantas deficientes, ocorre um rápido endurecimento da parede, não permitindo o aumento normal do volume da célula (FREGONI, 1980). No entanto, nos vinhedos estabelecidos no Submédio do Vale do São Francisco, é comum a ocorrência de toxidez de boro, devido à aplicação excessiva deste elemento, tanto via foliar quanto via solo.

10.2.8 Cobre

Em solos com baixo teor de matéria orgânica, o cobre apresenta-se, quase que exclusivamente, na forma cúprica (Cu^{2+}), adsorvida aos minerais de argila e aos óxidos e hidróxidos de ferro. Em solos orgânicos, a toxidez de cobre, dificilmente, se manifesta, pois a matéria orgânica age como agente quelante do cobre, evitando que este se torne tóxico às culturas (MALAVOLTA, 1980).

O cobre é necessário à ativação de diversas enzimas. A carência desse elemento não é comumente encontrada em videira. Em algumas situações podem ser observados danos causados pelo excesso de cobre, tais como: clorose das folhas e dos ramos novos, principalmente devido ao bloqueio da absorção de ferro; desenvolvimento reduzido da parte aérea e do sistema radicular; baixa germinação do grão de pólen, resultando em baixa fertilização das flores e queda acentuada de bagas (NOGUEIRA; FRÁGUAS, 1984).

A toxicidade causada por cobre ocorre em consequência da aplicação em excesso de fungicidas cúpricos necessários para o controle de doenças fúngicas e bacterianas, tais como míldio e cancro bacteriano, cujos resíduos tendem a acumular-se no perfil do solo, decorrente das pulverizações e/ou da lavagem das folhas pelas chuvas. Esta toxidez apresenta-se mais severa em solos pobres em matéria orgânica (BRUNETTO et al., 2005). Em estudo realizado com o porta-enxerto Paulsen 1103 cultivado em Cambissolo, em casa-de-vegetação, Schäfer Júnior et al. (2003) observaram uma diminuição na taxa fotossintética e na absorção e concentração de nutrientes nas plantas que receberam maior quantidade de cobre. A toxidez deste elemento causa o engrossamento das raízes da videira, com diminuição da absorção de N. De acordo com Llorens et al. (2000), os altos teores de cobre reduzem drasticamente a atividade das enzimas de fixação e assimilação de nitrogênio (nitrato redutase e nitrito redutase, glutamina sintase e glutamato sintase), principalmente nas raízes, reduzindo, assim, os níveis de nitrogênio total, nitrato e aminoácidos livres (especialmente glutamina e glutamato), em decorrência da alteração da capacidade da planta em assimilar nitrogênio na forma de nitrato.

10.2.9 Ferro

Este nutriente é absorvido pelas raízes, principalmente como Fe^{2+} , que é a forma metabolicamente ativa. Participa de vários processos fisiológicos, tais como: fixação de N, fotossíntese e respiração. Funciona, também, como ativador de enzimas.

A deficiência de ferro é conhecida como clorose férrica e se manifesta em videiras estabelecidas em solos calcários e com pH elevado. Esse problema pode evidenciar-se em áreas de vinhedos que receberam calagem elevada e/ou altas

doses de fósforo. Esta clorose está relacionada, também, ao conteúdo excessivo de outros micronutrientes existentes no solo, tais como manganês e cobre (TISDALE et al., 1985; RAIJ, 1991). Em solos com elevados teores de matéria orgânica, o ferro apresenta-se quelatizado, o que favorece a manutenção da solubilidade do nutriente.

Em condições de solos mal drenados, com problemas de encharcamento e falta de aeração, a redução do ferro para formas solúveis (Fe^{2+}) é favorecida, o que pode acarretar excesso de absorção deste micronutriente e proporcionar toxidez nas plantas.

Como o ferro é imóvel na planta, os sintomas de deficiências surgem nas extremidades dos ramos, caracterizados por uma paralisação do seu crescimento. A deficiência aparece como uma clorose internerval do limbo (Figuras 7 e 8), iniciando-se pelas folhas jovens, com sucessiva necrose da margem do limbo e queda das folhas (CHRISTENSEN et al., 1978; NOGUEIRA; FRÁGUAS, 1984).



Foto: Teresinha C. S. de Albuquerque

Figura 7. Deficiência de ferro em videiras da cv. Thompson Seedless, como consequência do uso excessivo de calcário.



Foto: Teresinha C. S. de Albuquerque

Figura 8. Amarelecimento das folhas da cv. Syrah, em virtude da deficiência de ferro.

10.2.10 Manganês

O manganês é absorvido, principalmente, na forma de Mn^{2+} . Participa da ativação de enzimas, síntese de clorofila e reações de oxirredução (WINKLER et al., 1974).

O manganês tem sua disponibilidade no solo reduzida pela elevação do pH, como, também, por teores elevados de fósforo, cobre e zinco e de matéria orgânica, que resulta em complexação deste elemento (RAIJ, 1991). Essas condições, associadas com deficiência hídrica no solo, podem favorecer o aparecimento de sintomas de deficiência de manganês em videiras. A sua carência manifesta-se por clorose marginal e internerval não bem definida nas folhas maduras (FREGONI, 1980). No entanto, a toxidez de Mn é muito mais frequente que a sua deficiência,

mostrando-se mais severa em solos ácidos das regiões tropicais e subtropicais. No Submédio do Vale do São Francisco, foram observados sintomas de toxidez por manganês em videiras, em locais com solos com problemas de encharcamento. Nestas condições, o manganês é reduzido e liberado para a solução do solo, em teores considerados tóxicos para as culturas (MALAVOLTA, 1980). A toxidez manifesta-se na videira, quando as folhas apresentam teores de 500 mg.kg⁻¹ a 5.000 mg.kg⁻¹, resultando em necrose das folhas, dessecamento e desfolhamento (FREGONI, 1980).

10.2.11 Zinco

O zinco é absorvido, principalmente, na forma de íon Zn²⁺. Funciona como ativador de enzimas e na formação dos cloroplastos (CHRISTENSEN et al., 1978). A grande influência do Zn no crescimento dos ramos é devida ao fato de este ser essencial na síntese do ácido indolacético, atuando na passagem do triptofano para o fitormônio (AIA), que é responsável pelo alongamento celular, conforme demonstrado por Cakmak et al. (1989) em plantas de feijão.

Como este elemento é relativamente imóvel na planta, os sintomas de deficiência surgem nas folhas novas. Na sua fase inicial, pode-se confundir com a ocorrência de ácaro branco e variam de acordo com o grau da deficiência e entre cultivares. A carência desse elemento é detectada pelos seguintes sintomas: folhas muito pequenas, com manchas amarelas na forma de mosaico, assimetria entre os lóbulos das folhas, dentes muito agudos, alargamento ou fechamento do seio peciolar, folhas muito lobadas, cachos pouco compactos, desenvolvimento de muitas feminelas, entrenós curtos (Figura 9) (FREGONI, 1980). As nervuras menores e uma estreita faixa ao longo das nervuras principais ficam verdes e o tecido entre as nervuras adquire um tom verde-claro ou amarelado (CHRISTENSEN et al., 1978).

Videiras deficientes tendem a produzir cachos menores que o normal, com bagas de tamanho variável, de normal a muito pequeno (Figura 10). Em cultivares com sementes, as bagas de menor tamanho podem não apresentar sementes, as



Figura 9. Sintoma de deficiência de Zn evidenciada por entrenós curtos.



Figura 10. Cachos da cv. Tempranillo com sintomas de deficiência de Zn.



Figura 11. Folha de videira cv. Itália com sintoma causado por excesso de sódio e cloro.

Fonte: Faria e Soares (2004).



Figura 12. Folha de videira cv. Itália com sintoma de fitotoxicidade causado por sódio e cloro.

Fonte: Faria e Soares (2004).

10.3 Desequilíbrios nutricionais na fase de frutificação

A fertilização da videira deve ser realizada considerando as quantidades de nutrientes preconizadas para atender às necessidades da cultura para crescer e produzir. Entretanto, em muitas situações, as adubações em vinhedos em produção estão sendo realizadas com doses e formulações inadequadas às necessidades do cultivo, gerando excedentes de nutrientes no solo, como demonstrado por Albuquerque et al. (2005b). Um aspecto a ser considerado é o equilíbrio entre os nutrientes no solo, podendo um nutriente, sob determinadas condições, inibir ou favorecer a absorção de outro. O desequilíbrio entre os nutrientes no solo e o efeito sinérgico ou antagônico entre eles desencadeiam desordens fisiológicas nas plantas, que podem ser denominadas de fisiopatias, tais como: aborto excessivo de flores, resultando em cachos muito raleados; rachadura e mancha seca das bagas e dessecamento da ráquis. Essas fisiopatias manifestam-se, principalmente, nas bagas e nos cachos, desqualificando-os para a comercialização.

O abortamento de flores pode ser ocasionado pelo excesso de nitrogênio, associado ou não à deficiência de boro, o que pode ser confirmado por análise foliar e/ou de solo. Confirmado o excesso de nitrogênio, deve-se evitar a adubação nitrogenada e fazer aplicação de boro.

Outro problema fisiológico, que acontece, principalmente, em cultivares de cachos compactos e bagas de casca fina, é a rachadura das bagas. Esta fisiopatia ocorre quando o fornecimento de nitrogênio às plantas é excessivo e as condições climáticas são desfavoráveis ao processo de fotossíntese, com baixa incidência luminosa na estação chuvosa.

A mancha seca das bagas, também ocasionada por excesso de nitrogênio, ocorre na 2ª fase de desenvolvimento das bagas, quando os frutos apresentam-se ainda verdes, no período de endurecimento da semente, o que não ocorre na fase de maturação da baga. Os sintomas são evidenciados pelo aparecimento de pequenas manchas escuras nas bagas, que evoluem para depressões, em situações mais graves, podendo atingir a metade do fruto. Estes sintomas foram observados por Silva et al. (2005) na cultivar Brasil enxertada no porta-enxerto IAC 572, cultivada em Argissolo Vermelho-Amarelo (Figuras 13 e 14). Estes autores atribuem os sintomas ao desequilíbrio nutricional provocado por elevadas concentrações foliares de nitrogênio, associadas com altas concentrações foliares de cálcio (27 g.kg^{-1}) e baixas concentrações de potássio (11 g.kg^{-1}) e de magnésio ($3,2 \text{ g.kg}^{-1}$), no período de endurecimento da semente.

Foto: Davi José Silva



Figura 13. Sintomas de mancha seca em uvas cv. Brasil.

Foto: Davi José Silva

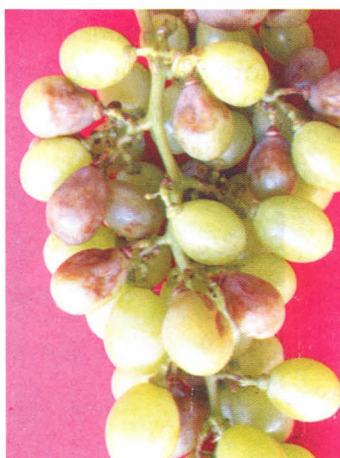


Figura 14. Detalhes dos sintomas de mancha seca em bagas de uvas cv. Brasil.

Para evitar os desequilíbrios nutricionais aqui relacionados, Silva et al. (2005) recomendam que a adubação nitrogenada para a videira seja realizada levando-se em consideração tanto o teor de matéria orgânica ou de nitrogênio do solo, como a concentração foliar de nitrogênio na videira, devendo-se, também, levar em conta o vigor do porta-enxerto e da copa das plantas, além do potencial de produtividade esperada.

O dessecamento da ráquis é uma desordem fisiológica que atinge o cacho da uva e ocorre na maioria das áreas vitivinícolas do mundo. Aparece sob condições ótimas de condução do vinhedo, sendo, para Scienza (1982), resultado da intensificação e da adoção de práticas culturais que visem o aumento do vigor e da

produtividade da cultura, tais como a irrigação e a fertilização abundante. Os primeiros sintomas só aparecem no início da maturação das bagas e são descritos por Scienza (1982) como pequenas manchas necróticas puntiformes ou alongadas, com contorno nítido, que se desenvolvem na ráquis ou nos pedicelos. Como sintomas secundários, evidencia-se o secamento completo de parte mais ou menos extensa da ráquis (Figura 15), próximo aos pedicelos ou dos próprios pedicelos. Em casos mais severos, uma grande parte dos tecidos da ráquis tornam-se necróticos (CHRISTENSEN, 1986), ocasionando o murchamento das bagas. Esta desordem fisiológica está relacionada com o excesso de potássio em relação ao cálcio e magnésio e ao vigor da planta no período de amolecimento das bagas (FREGONI, 1980; FRÁGUAS et al., 1996). As bagas ficam verdes, murcham e caem facilmente, mantendo a acidez elevada. Os sintomas diagnosticados na cultivar Thompson Seedless, no Submédio do Vale do São Francisco (Figura 16), foram relacionados com altas concentrações foliares de cálcio e baixas concentrações de magnésio (Tabela 1), que proporcionaram maior relação Ca/Mg e menor relação K/Ca, tanto no período do florescimento quanto no de amolecimento das bagas (SILVA; LEÃO, 2005).

Figura 15.
Sintomas de dessecamento da ráquis em cacho de uva cv. Thompson Seedless.

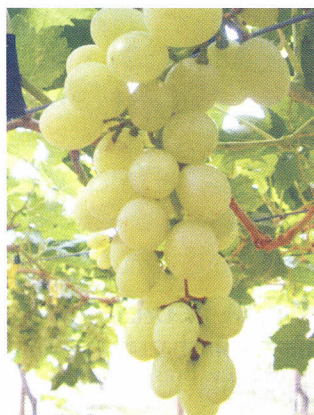


Foto: Davi José Silva

Figura 16.
Dessecamento da ráquis em cacho de uva cv. Thompson Seedless com murchamento das bagas.

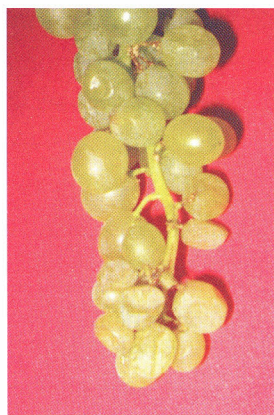


Foto: Davi José Silva

Tabela 1. Concentração de potássio, cálcio e magnésio e relações entre os nutrientes em folhas de videira 'Thompson Seedless' nas fases de florescimento e amolecimento das bagas.

Fase	Concentração e relação entre nutrientes					
	K	Ca	Mg	K/Mg	Ca/Mg	K/Ca
	----- g.kg ⁻¹ -----					
Florescimento	15,5	27,5	3,3	4,69	8,39	0,56
Amolecimento de bagas	16,5	26,2	2,7	6,11	9,70	0,62

Fonte: Silva e Leão (2005).

10.4 Extração e acúmulo de macro e micronutrientes

A extração de nutrientes do solo é condicionada pela capacidade de troca de cátions do sistema radicular, visto que as raízes são os sítios ativos de absorção de nutrientes pelas plantas. Deste modo, o estado nutricional da videira, tal como vários pesquisadores atestam (DOWNTON, 1977; BOULAY, 1988; SOUTHEY; JOOSTSE, 1991), nas mesmas condições climáticas e edáficas, é grandemente influenciado pelo porta-enxerto. Chadha e Shikhamany (1999), em trabalho realizado na Índia, observaram que o porta-enxerto Dog Ridge induziu o aumento do teor de nitrogênio nos pecíolos da cultivar Anab-e-Shahi, enquanto que o Saint George (Rupestris du Lot) elevou o conteúdo de potássio.

Entretanto, a extração de nutrientes do solo está condicionada a outros fatores, tais como a qualidade produtiva do próprio solo, que inclui características físicas, químicas e biológicas, e as exigências nutricionais da cultivar produtora considerada, se é para vinho ou para mesa.

A extração e o acúmulo de nutrientes pela videira podem apresentar grande variação, conforme se pode verificar em trabalhos realizados por diversos autores (WINKLER et al., 1974; MALAVOLTA, 1976; FREGONI; SCIENZA, 1976, 1978; DECHEN, 1979; FREGONI, 1980, 1982; BOSELLI, 1983; FREGONI; FRASCHINI, 1989), que apresentaram resultados bastante distintos (Tabela 2).

A cultivar Croatina apresentou significativa variação no teor de K tanto nas folhas, como no mosto, quando enxertada em vinte porta-enxertos diferentes (BRANCADORO et al., 1994). Observou-se, neste trabalho, que houve uma relação

Tabela 2. Resumo das quantidades de macro e micronutrientes extraídos do solo pela cultura da videira, segundo diversos autores.

Nutriente	Valor mínimo	Valor máximo
Macronutrientes	-----kg.ha ⁻¹ -----	
Nitrogênio (N)	7,7	156,0
Fósforo (P)	1,3	28,0
Potássio (K)	10,2	192,0
Cálcio (Ca)	10,0	146,0
Magnésio (Mg)	3,5	39,0
Micronutrientes	-----kg.ha ⁻¹ -----	
Boro (B)	17	380
Cobre (Cu)	25	910
Ferro (Fe)	250	2000
Manganês (Mn)	13	4093
Zinco (Zn)	20	585

entre o teor de K contido nas folhas, tanto no pegamento dos frutos, como no início de maturação das bagas, e aquele presente no mosto em oito dos porta-enxertos avaliados (Tabela 3), confirmando que o mosto das uvas de cultivares enxertadas em porta-enxertos com alta capacidade de absorver K conterá alto teor de K. Brancadoro et al. (1994) comentam que o excesso de K na planta induz o aumento do pH do mosto, devido à salificação dos ácidos tartárico e málico, resultando em vinhos de baixa qualidade.

Tabela 3. Influência de oito porta-enxertos, avaliados por Brancadoro et al.(1994), na concentração de potássio na folha e no mosto na cv. Croatina, média de quatro anos.

Porta-enxerto	Concentração de K nas folhas ⁽¹⁾		Concentração de K ⁽¹⁾
	Pegamento dos frutos	Início de maturação	no mosto
	-----kg.ha ⁻¹ -----		-----g.L ⁻¹ -----
420 A	0,95 c	0,95 c	0,69 d
1202	0,96 c	1,09 bc	0,69 d
1103 P	1,13 c	1,18 bc	0,76 cd
420 A cl1	1,14 c	1,25 bc	0,73 cd
Couderc 1616	1,28 bc	1,32 bc	0,90 ab
K5BB	1,28 bc	1,41 b	0,77 c
41 B	1,39 bc	1,43 b	0,81 bc
Croatina de pé-franco	1,36 bc	1,46 b	0,81 bc
SO 4	1,56 b	1,90 a	0,92 a

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo Teste Fisher (<0,05).

Fonte: adaptado de Brancadoro et al. (1994).

Gonçalves (1996), avaliando quatro porta-enxertos (Kober 5BB, IAC 313, RR-101-14 e Jacquez) mais um pé-franco (Folha de Figo), no sul de Minas Gerais, verificou, em duas safras, que houve uma tendência de os porta-enxertos induzirem a maiores produtividades e número de cachos da cultivar copa, sendo que o IAC 313 mostrou-se superior aos demais, principalmente no que se refere à área foliar da cultivar copa.

Albuquerque e Dechen (2000), realizando trabalho com mudas dos porta-enxertos Tropical (IAC 313), Jales (IAC 572), Campinas (IAC 766), Dog Ridge, Salt Creek e Harmony, em comparação com mudas de pé-franco das produtoras Italia e Thompson Seedless, cultivadas em vasos, em condições de hidroponia, constataram que os porta-enxertos têm diferentes capacidades de acúmulo de nutrientes, sendo que o Jales destacou-se significativamente dos demais, por ter produzido maior quantidade de matéria seca e, conseqüentemente, apresentado maior extração de nutrientes, tais como: N, P, K, Ca e Mg, (Tabela 4). A extração de macronutrientes pelas cultivares Thompson Seedless e Itália foi semelhante à dos porta-enxertos 'Campinas', 'Harmony', 'Dog Ridge' e 'Salt Creek'.

Tabela 4. Produção de matéria seca e quantidades acumuladas de nutrientes na parte aérea de porta-enxertos de videira cultivados em solução nutritiva.

Cultivar	Matéria seca da Parte aérea ⁽¹⁾	Nutrientes (mg.planta ⁻¹) ⁽¹⁾				
		N	P	K	Ca	Mg
Jales	45,04 a	1.175,30 a	72,91 a	924,93 a	433,05 a	104,09 a
Tropical	28,43 b	738,20 b	38,57 b	508,11 b	252,36 b	89,09 ab
Campinas	23,77 bc	564,50 bc	38,43 b	377,55 bc	204,43 bc	54,99 bc
Itália	17,98 bcd	421,00 bcd	35,55 bc	330,49 bc	149,63 bcd	41,63 c
Thompson Seedless	15,55 bcd	394,10 cd	27,49 bc	291,24 bc	172,82 bcd	51,57 c
Harmony	12,05 bcd	297,50 cd	23,74 bc	183,49 c	110,52 cd	36,60 c
Dog Ridge	8,91 cd	208,80 d	16,78 bc	194,71 c	68,22 d	21,66 c
Salt Creek	7,25 d	164,00 d	11,08 c	133,26 c	59,62 d	26,92 c

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Albuquerque e Dechen (2000).

Albuquerque e Rocha (2004), avaliando a extração de nutrientes do solo pela cultivar Festival enxertada em cinco porta-enxertos, constataram que o Paulsen 1103 destacou-se dos demais, pela maior capacidade de extração de nutrientes por hectare (Tabela 5).

Tabela 5. Quantidade de nutrientes extraídos do solo pela parte aérea de plantas da cv. Festival de pé-franco e enxertada nos porta-enxertos Paulsen 1103, Campinas, SO4, 420 A e Harmony.

Cultivar	Nutrientes (kg.ha ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Paulsen 1103	46,55	6,16	29,90	22,73	5,92	1,55
Campinas	39,85	5,63	28,91	15,13	4,54	1,55
SO4	27,85	3,59	17,23	10,91	3,13	1,05
420 A	25,52	3,25	15,31	12,76	3,28	0,84
Harmony	22,03	3,55	13,65	9,66	2,81	1,02
Festival	21,74	4,02	17,38	8,73	1,85	0,89

Fonte: Albuquerque e Rocha (2004).

O hábito de crescimento do sistema radicular afeta sobremaneira a capacidade das plantas de absorverem nutrientes. Em trabalho avaliando o crescimento do sistema radicular de diferentes porta-enxertos, Bassoi et al. (2002) verificaram que o Dog Ridge desenvolveu maior quantidade de raízes na profundidade de 20 cm a 40 cm, diferente das outras cultivares, que apresentaram maior volume de raízes na camada superficial (Tabela 6). Na linha de plantio da videira, as raízes de uma planta apresentaram um entrelaçamento com plantas vizinhas, devido ao seu hábito de crescimento, sendo que a maior parte do sistema radicular esteve presente até 110 cm do caule (80% para 'Salt Creek', 81% para

Tabela 6. Médias de comprimento de raízes de quatro porta-enxertos na cv. Festival, a 20 cm de distância do tronco, e em função da profundidade do solo.

Profundidade (cm)	Comprimento de raízes (cm) em 20x20 cm de solo ⁽¹⁾			
	Salt Creek	Dog Ridge	Courdec 1613	IAC 572
0–20	127,1 b	77,4 c	210,7 a	133,9 b
20–40	94,4 b	119,7 a	146,3 a	70,4 b
40–60	33,2 a	27,3 a	36,1 a	23,7 a
60–80	24,5 a	16,7 a	18,0 a	18,1 a
80–100	11,7 a	12,9 a	2,5 b	14,2 a

⁽¹⁾ Médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste t (< 0,05).

Fonte: Bassoi et al. (2002).

‘Dog Ridge’ e ‘Couderc 1613’, e 77% para ‘IAC 572’). A aplicação de esterco curtido no sentido da linha e a aplicação de água pelos microaspersores em toda a superfície do solo, provavelmente, contribuíram para esse crescimento e entrelaçamento das raízes.

A produtividade da videira está relacionada a uma série de fatores, inclusive aos teores de nutrientes na planta.

10.5 Exportação de macro e micronutrientes

A exportação de nutrientes está relacionada à quantidade de nutrientes que são retirados da área do vinhedo, tanto nos cachos colhidos e enviados para comercialização, como no material vegetal podado e que, em alguns vinhedos, são retirados do interior das áreas de cultivo.

Dechen (1979), avaliando a exportação de nutrientes pela videira cultivar Niágara, constatou que os nutrientes exportados em maior quantidade pelos cachos foram, em ordem decrescente, K, N e P e, pelos sarmentos removidos na poda, K, Ca, N, Mg e P. Na cultivar Perlette, Singh et al. (1985) observaram que os nutrientes removidos em maior quantidade pela colheita foram, em ordem decrescente, N, K e P e, pelos ramos podados, foram N, P e K.

As quantidades de macro e micronutrientes exportados pela colheita de uvas frescas das cultivares Itália e Benitaka em 1 hectare de vinhedo, estabelecido na região semiárida do Nordeste brasileiro, são variáveis em função da produtividade. No trabalho realizado por Albuquerque et al. (2005a), o macronutriente exportado em maior quantidade foi o potássio, seguido do nitrogênio, fósforo, enxofre, magnésio e cálcio (Tabela 7). Quanto aos micronutrientes, o zinco foi o nutriente exportado em maior quantidade, seguido do ferro, boro, cobre e manganês.

Tabela 7. Quantidade média de macro e micronutrientes exportados por uma tonelada de uvas frescas das cultivares Itália e Benitaka cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco.

Cultivar	Macronutriente						Micronutriente					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
	-----kg.t ⁻¹ de fruta fresca-----						-----g.t ⁻¹ de fruta fresca-----					
Itália	1,14	0,99	6,18	0,23	0,25	0,46	5,53	1,10	21,38	1,72	19,22	2,64
Benitaka	1,01	0,82	6,28	0,19	0,18	0,39	5,94	3,51	19,34	1,84	33,80	2,51

Fonte: Albuquerque et al. (2005a).

10.6 Solos cultivados com a videira

Os solos do Submédio do Vale do São Francisco, de uma maneira geral, são de baixa fertilidade natural, caracterizada por baixos teores de matéria orgânica, que está em torno de 10 g.kg⁻¹ (FARIA et al., 2007), resultando em baixos teores de nitrogênio e de fósforo. Os teores de cálcio, magnésio e potássio podem variar de baixo, nos Neossolos Quartzarênicos, a alto, nos Vertissolos. Quanto aos micronutrientes, têm sido observadas deficiências de boro e de zinco, havendo a possibilidade de ocorrer, também, deficiência de molibdênio.

No Submédio do Vale do São Francisco, as principais unidades de solo e suas características, segundo a classificação brasileira (SANTOS et al., 2006), nas quais se realiza o cultivo da videira, são descritas a seguir.

10.6.1 Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho-Amarelo

São solos de textura arenosa, com profundidade variando de 1,20 m a 2,00 m, pH na faixa de 4,5 a 6,0 na camada de 0 cm a 20 cm, com baixos a médios valores de bases trocáveis (cálcio, magnésio e potássio) e baixos teores de fósforo, nitrogênio, matéria orgânica e alumínio trocável.

10.6.2 Argissolo Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo

São solos de textura arenosa a franco-arenosa, profundidade variando de 1,0 m a 1,5 m, classificados, anteriormente, como Podzólico Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo, com baixos a médios valores de bases trocáveis, pH na faixa de 4,0 a 6,0 na camada de 0 cm a 20 cm, baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo. Normalmente, apresentam camada adensada, que dificulta o movimento de água e a penetração de raízes.

10.6.3 Vertissolo

Solo de textura argilosa, com argila expansiva, profundidade variando de 1,0 m a 1,5 m, pH entre 7,5 e 8,2, com 5% a 10% de carbonato livre, bases trocáveis entre $20 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ e $40 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ de solo, com predominância de cálcio. Os teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo são considerados muito baixos.

10.6.4 Luvisso

Solo de textura franco-arenosa a argilosa, profundidade até 1,0 m, pH entre 6,0 e 7,5, com altos valores de bases trocáveis. Podem apresentar valores altos de sódio e sais solúveis em profundidade. Apresentam baixos teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo.

10.6.5 Neossolo Quartzarênico

São solos profundos, com mais de 90% de areia. Apresentam baixa CTC, pH em torno de 5,0, baixos teores de cálcio, magnésio, potássio, nitrogênio, fósforo e matéria orgânica.

10.6.6 Neossolo Flúvico

Apresenta uma grande variação nas características físicas e químicas, tanto horizontal quanto verticalmente. Os valores de pH e de CTC, assim como os teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, variam de médios a altos.

10.7 Amostragem de solo e interpretação de resultados de análise

Para que seja realizada a implantação do programa de adubação de um vinhedo, torna-se necessário o conhecimento prévio da disponibilidade de nutrientes do solo, considerando-se o custo da análise, relativamente baixo, a rapidez e a facilidade de acesso aos laboratórios de análise de solo. A análise química do solo é indispensável na recomendação da calagem e da adubação. Assim, são visíveis os reflexos na produtividade e qualidade da produção, que conduzem a uma maior lucratividade para o produtor.

Nos cultivos de videira, assim como nos de outras culturas perenes, os fertilizantes são aplicados em sulcos ou faixas na superfície do solo, quase sempre

no mesmo local, ciclo após ciclo, fazendo com que haja grande diferença de concentração de nutrientes no solo, de um ponto para outro, no sentido perpendicular à linha da adubação. Dessa forma, torna-se difícil escolher, no terreno, os pontos de amostragem de solo que reflitam a disponibilidade real de nutrientes, ou seja, que a amostra de solo não contenha nutrientes em quantidades baixas ou altas. Esse problema não existe nos cultivos de plantas temporárias, pois a aplicação dos fertilizantes para um ciclo da cultura, dificilmente, coincide ser no mesmo local das aplicações dos ciclos anteriores e, ainda, o preparo do solo, que contribui para diluir e uniformizar os resíduos dos adubos em toda a camada arável do terreno.

Segundo Christensen et al. (1978), a análise laboratorial do solo é usada para avaliar os problemas dos vinhedos relacionados com o pH, salinidade e certas toxicidades. A análise do solo não é um meio confiável para determinação dos problemas nutricionais e requerimentos de fertilizantes. Pesquisas de campo têm mostrado, repetidamente, as relações inconsistentes entre os níveis de nutrientes do solo e as necessidades da videira. Segundo Dal Bó et al. (1989), os resultados das análises de solo mostraram baixa correlação com a produtividade dos vinhedos.

Considerando essas informações, a análise do solo para videira é de grande utilidade quando realizada antes da instalação do vinhedo, para se fazer as correções necessárias do solo, como a calagem, e recomendar as quantidades de nutrientes para o plantio, crescimento e os primeiros ciclos de produção. Posteriormente, a análise de solo é recomendável para avaliação de problemas relacionados com acidez e salinidade do solo e monitoramento da fertilidade do solo.

Para que a análise de solo seja representativa da área a ser cultivada, faz-se necessário adotar os procedimentos descritos a seguir:

- a) Dividir a área da propriedade em unidades homogêneas, levando-se em conta a topografia (baixada, plana, encosta ou topo), a vegetação ou cultura, classe e cor do solo, bem como textura (argilosa, média ou arenosa), grau de erosão, drenagem e, finalmente, se foi adubado anteriormente. Cada unidade não deve ser superior a 10 ha.
- b) Em cada unidade homogênea, deve-se coletar vinte amostras simples a uma profundidade de 0 cm–20 cm e outras vinte a uma profundidade de 20 cm–40 cm, colocando-se o solo em duas vasilhas limpas. Misturar toda a terra coletada de cada profundidade e, da mistura homogeneizada, retirar uma amostra composta com, aproximadamente, 0,5 kg de solo e colocá-la em um saco plástico limpo ou numa caixinha de papelão, identificando-a em seguida. Dessa forma, deve-se enviar, para um laboratório de análises, duas amostras para cada área homogênea.

c) As amostras devem ser coletadas com um trado, uma sonda ou um cano galvanizado com 1" ou 3/4" de diâmetro. A amostragem é facilitada quando o solo encontra-se úmido.

d) Antes da coleta, deve-se limpar a superfície do terreno, caso tenha mato ou resto vegetal.

É importante observar que as amostras não sejam coletadas em locais de formigueiro, monturo, coivara ou próximos a currais.

Em vinhedos já estabelecidos, seguem-se os mesmos procedimentos descritos anteriormente, porém obedecendo alguns ajustes como segue: a amostragem deve ser realizada na área de cada latada, logo após a colheita, antes da aplicação de qualquer tipo de fertilizante, fazendo-se as coletas de solo na faixa onde são feitas as adubações. Recomenda-se, ainda, fazer uma outra amostragem fora do camalhão, ou seja, fora da faixa onde são aplicados os adubos, principalmente quando não houver resultados de análise de solo antes da implantação do vinhedo, possibilitando acompanhar as alterações das características do solo ao longo do tempo de cultivo da videira.

Os resultados obtidos na análise do solo das áreas em que se pretende instalar os vinhedos são avaliados em comparação aos níveis de fertilidade de solo utilizados como referência, que são apresentados na Tabela 8.

A interpretação dos níveis de acidez do solo, segundo os valores de pH, e dos níveis de salinidade, conforme a condutividade elétrica, pH e porcentagem de sódio trocável, são apresentadas nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

Em relação à salinidade do solo, a videira apresenta tolerância média e o potencial produtivo começa a reduzir-se para 90%, com valores de condutividade elétrica do extrato de saturação iguais a 2,5 dS.m⁻¹; 75% com 4,1 dS.m⁻¹; 50% com 6,7 dS.m⁻¹ e 0% com 12 dS.m⁻¹ (AYRES; WESTCOT, 1991).

10.8 Amostragem de tecido vegetal e interpretação de resultados de análise

Em fruteiras perenes, a análise mineral de tecido vegetal é usada para se avaliar o estado nutricional da planta e, quando em complemento à análise de solo, constitui-se em um importante instrumento de monitoramento da nutrição mineral. Normalmente, a folha é a parte da planta utilizada nessa análise, por isso, chamada de análise foliar. Isto se deve ao fato de que nela se encontra a maior atividade fisiológica da planta. A utilização da análise foliar como diagnose baseia-se na

Tabela 8. Níveis de referência para cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e alumínio (Al) trocáveis e soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação de bases (V), fósforo (P) disponível e matéria orgânica (M.O.) do solo.

Nível	Ca	Mg	K	Al	SB	CTC	V	P – solo arenoso	P – solo argiloso ⁽¹⁾	M.O.
	-----cmol _c .dm ⁻³ -----						%	-----mg.dm ⁻³ -----		g.kg ⁻³
Muito baixo	–	–	< 0,08	–	–	–	< 25	< 5	–	–
Baixo	< 1,8	< 0,7	0,08–0,15	< 0,4	< 2,8	< 5,0	25–50	5–10	< 5	< 15
Médio	1,8–3,6	0,7–1,5	0,16–0,25	0,4–1,0	2,8–5,6	5,0–10,0	51–70	11–20	5–10	15–30
Alto	> 3,6	> 1,5	0,26–0,40	> 1,0	> 5,6	> 10,0	71–90	21–40	11–20	> 30
Muito alto	–	–	> 0,40	–	–	–	> 90	> 40	> 20	–

⁽¹⁾ Para solos calcários, o extrator de P é o de Olsen; para os demais, é o de Mehlich-1.

Fontes: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, (1978); Faria et al., (1986, 2007); Faria e Pereira, (1987); Embrapa, (1997).

Tabela 9. Interpretação de níveis de pH do solo.

Nível	pH em H ₂ O (1:2,5)
Extremamente ácido	< 4,3
Fortemente ácido	4,3 a 5,3
Moderadamente ácido	5,4 a 6,5
Praticamente neutro	6,6 a 7,3
Moderadamente alcalino	7,4 a 8,3
Fortemente alcalino	> 8,3

Fontes: Embrapa (1997); Santos et al.(2006).

Tabela 10. Classificação dos solos segundo os índices relacionados com salinidade e modo de recuperação.

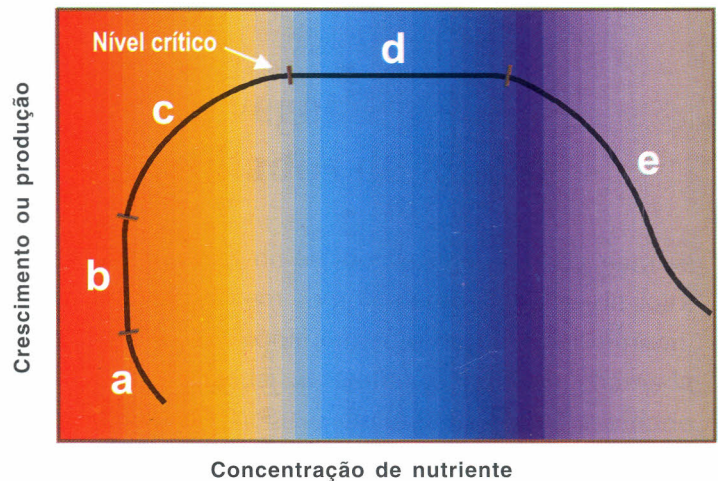
Solo	C.E. ⁽¹⁾ (dS.m ⁻¹)	pH em água	% Na trocável	Recuperação
Normal	< 4,0	< 8,5	< 15	–
Salino	> 4,0	< 8,5	< 15	Lavagem dos sais
Sódico	< 4,0	8,5 a 10,0	> 15	Gesso e lavagem
Salino-sódico	> 4,0	–	> 15	Gesso e lavagem

⁽¹⁾ Condutividade elétrica.

Fontes: Richards (1973); Embrapa (1997).

premissa de que existe uma relação entre os teores de nutrientes disponíveis no solo e na planta e que aumentos ou decréscimos nas concentrações na folha correspondem a aumentos ou decréscimos na produtividade da planta, respectivamente (DECHEN et al., 1995). As relações existentes da concentração de cada um dos nutrientes nas folhas com o crescimento ou com a produção de uma planta e mesmo com os nutrientes do solo podem ser mal interpretadas. É preciso fazer uma avaliação criteriosa dessas relações, pois segundo Smith (1962), essas relações podem apresentar a seguinte curva de resposta (Figura 17):

Figura 17. Relação entre a concentração do nutriente no tecido foliar e o crescimento ou a produção (SMITH, 1962).



Na Figura 17 podem ser delimitadas as fases descritas a seguir, segundo a curva de resposta do crescimento ou produção da planta em relação à concentração de cada um dos nutrientes no tecido foliar.

- a) Fase de deficiência severa: ocorre quando se adicionam nutrientes ao solo e resulta em um crescimento rápido da planta, acompanhado de uma diminuição da concentração de nutrientes nesta, denominado “efeito de diluição”.
- b) Fase de deficiência moderada: a concentração de nutrientes na planta permanece constante, apesar do aumento da disponibilidade de nutrientes no solo. Isso acontece porque a maior absorção de nutrientes é compensada pela formação de mais biomassa.
- c) Fase de acréscimos crescentes: a cada aumento de nutrientes no solo, corresponde um aumento na concentração de nutrientes na planta, acompanhado, também, de um aumento na produção de biomassa. Com a continuação, à medida que aumenta a disponibilidade de nutrientes, também aumenta a concentração de nutrientes na planta e começam a diminuir os incrementos na produção de biomassa, até um ponto chamado “nível crítico ou concentração ótima”, acima do qual não há mais aumentos na produção de biomassa.
- d) Fase de consumo de luxo: corresponde a elevados incrementos na concentração de nutrientes na planta com o aumento da disponibilidade de nutrientes, sem, contudo, ocorrer alteração no nível de crescimento ou produtividade.
- e) Fase de toxidez: caso se continue aumentando a disponibilidade de nutrientes no solo, pode-se chegar a uma concentração tóxica na planta, a partir da qual a produtividade começa a diminuir e, no caso da videira, compromete, também, a qualidade do fruto.

Fatores como espécie, cultivar, idade fisiológica e parte da planta a ser amostrada interferem na composição mineral das plantas. Por conseguinte, antes de se fazer uma amostragem de material vegetal para análise química, é necessário que esses fatores estejam bem definidos.

As partes da planta utilizadas para análise do estado nutricional da videira são limbos, pecíolos ou folhas completas (limbo + folha). Na França e na Itália, as análises são realizadas em duas fases fenológicas distintas, sendo uma na floração e outra no início do amadurecimento da baga, avaliando-se as folhas completas (FREGONI, 1980).

Em outros países, como Estados Unidos (CHRISTENSEN et al., 1978; JONES JÚNIOR et al., 1991) e Austrália (REUTER; ROBINSON, 1986), recomenda-se a avaliação unicamente dos pecíolos, os quais são coletados quando as plantas se encontram em plena floração. Em trabalho de avaliação nutricional da cultivar Itália, realizado na região de Jales, SP, Terra et al. (2003) concluíram que o melhor órgão para amostragem dos vinhedos era o limbo foliar, embora esta seja a parte da planta mais exposta à contaminação. Entretanto, a maioria dos trabalhos de avaliação nutricional realizados na Califórnia baseia-se na análise dos pecíolos foliares, pois, de acordo com Christensen et al. (1990), os pecíolos são as partes mais sensíveis da planta para detecção de alterações dos teores da maioria dos nutrientes, como, também, mais limpos e livres de contaminação. Além disso, os pecíolos apresentam maior resistência ao transporte e facilidade de limpeza. Em experimento conduzido com a videira Moscato Bailey, de 1986 a 1991, em Santa Catarina, Dal Bó (1992) constatou que a análise de pecíolo mostrou maior sensibilidade para detectar alterações nos teores de P e K que a análise da folha completa.

Os pecíolos podem ser coletados em duas fases diferentes durante o ciclo produtivo da videira, devendo ser coletados na fase de floração plena, caracterizada como melhor indicador de zinco e boro, enquanto que a amostragem feita no início da maturação das bagas fornece uma melhor acurácia dos níveis de potássio e de magnésio (KAMAS, 2007). Terra et al. (2003), realizando trabalho similar com folhas da cultivar Itália, também, constataram que as fases de floração e de maturação da baga destacaram-se como as mais adequadas para determinação do estado nutricional desta cultura.

Em avaliações nutricionais de vinhedos instalados no Submédio do Vale do São Francisco, Faria et al. (2004) encontraram correlações positivas entre os teores de N no limbo foliar e a produtividade, embora a maior parte das áreas avaliadas tenha apresentado teores elevados de N, P e B e teores deficientes de K e Ca, o que pode causar influência na produtividade da videira.

A coleta de amostras de tecido vegetal para análise nutricional em videiras deve obedecer aos seguintes critérios:

- a) O horário de amostragem foliar deve ser padronizado.
- b) Não coletar amostras de folhas quando, no dia anterior, tiverem sido realizadas adubações no solo ou foliar, bem como pulverizações com defensivos, ou logo após períodos em que houve chuvas intensas.
- c) Escolher para a coleta apenas as folhas inteiras e sadias, evitando-se folhas atacadas por pragas e doenças.

- d) Coletar a folha oposta ao primeiro cacho, a partir da base do ramo, conforme Figura 18, utilizando-se apenas uma folha por planta.
- e) Coletar 50 folhas para análise da folha completa ou 100 folhas para análise do pecíolo, separando-o do limbo foliar no momento da amostragem, conforme Figura 19.

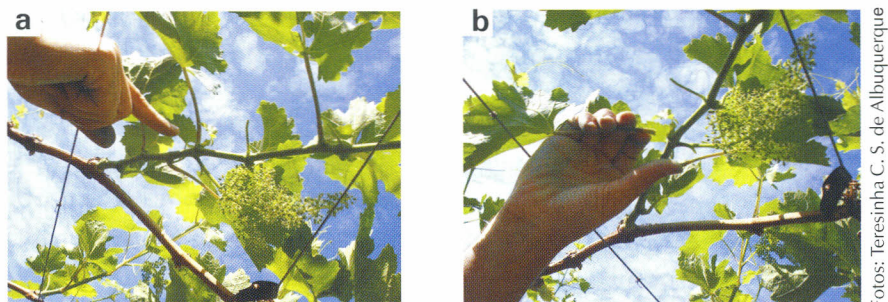


Figura 18. Indicação (a) e coleta da folha (b) oposta ao cacho em plena floração para realização de análise foliar.

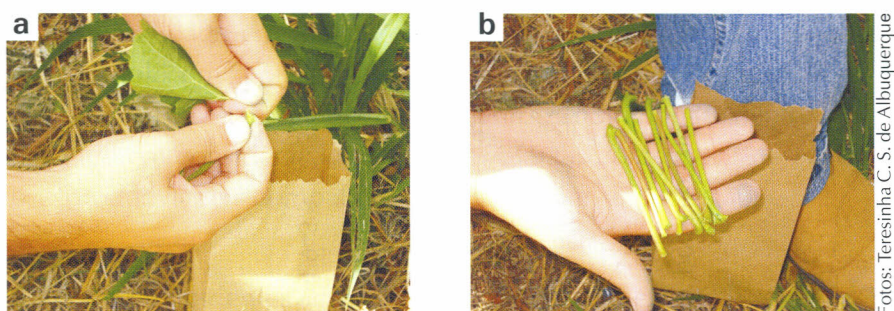


Figura 19. Separação do pecíolo do limbo foliar (a) e colocação em saco de papel (b).

- f) Colocar o material coletado em saco de papel.
- g) Nunca colocar as amostras em saco de plástico, pois pode ocorrer proliferação de fungos, que alteram os resultados da análise.
- h) Identificar as amostras e enviá-las, imediatamente, para um laboratório. Não sendo possível a remessa imediata, as folhas devem ser conservadas em ambiente refrigerado, o que permitirá a sua limpeza quando da chegada ao laboratório.
- i) Elaborar um esquema de campo, indicando a área onde foram retiradas as amostras, de modo que, ao receber o resultado das análises, seja possível identificar a área amostrada.

As faixas de concentração de nutrientes contidos no pecíolo, limbo e folha completa, relativas à fase de pleno florescimento em videiras, segundo Terra (2003), estão apresentadas na Tabela 11.

Tabela 11. Faixas de concentração de nutrientes no pecíolo, no limbo e na folha completa da videira na fase de pleno florescimento.

Tecido vegetal	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	g.kg ⁻¹						mg.kg ⁻¹				
Pecíolo	13–18	2,3–2,8	22–27	9–14	4,3–4,8	1,4–1,9	35–43	13–17	97–105	47–53	33–38
Limbo	28–33	2,4–2,9	6–11	12–17	3,0–3,5	2,7–3,2	35–43	18–22	97–105	67–73	23–28
Folha	30–35	2,4–2,9	15–20	13–18	4,9–5,3	3,3–3,8	45–53	18–22	97–105	67–73	30–35

Fonte: Terra (2003).

Reuter e Robinson (1986) considera que concentrações de sódio, cloro e boro no pecíolo, acima de 5 g.kg^{-1} , 10 g.kg^{-1} e 100 mg.kg^{-1} , respectivamente, podem causar toxicidade na videira.

O estado nutricional da videira também pode ser avaliado na fase de amadurecimento das bagas, coletando-se folhas recém-maduras. Nessa época, os teores de nutrientes adequados na folha, no pecíolo e no limbo foliar, segundo Pommer et al. (1993), encontram-se na Tabela 12.

Com base nos níveis de nutrientes fornecidos por Reuter e Robinson (1986) e Jones Júnior et al. (1991) e nos resultados de análise foliar de amostras de vinhedos estabelecidos no Submédio do Vale do São Francisco, adaptou-se a Tabela 13, sem, contudo, levar em consideração as exigências nutricionais de cada cultivar.

Os valores apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12 servem apenas como orientação para a avaliação do estado nutricional dos vinhedos instalados no Submédio do Vale do São Francisco, uma vez que os padrões podem apresentar uma grande variabilidade em função da cultivar, do porta-enxerto, das condições climáticas e do solo em que está estabelecido o vinhedo. Em grandes áreas de vinhedos, é possível o estabelecimento de padrões nutricionais dentro do próprio vinhedo, levando em consideração áreas cujas plantas apresentem desenvolvimento vegetativo e produtividade compatível com a cultivar em questão.

Tabela 12. Teores de nutrientes adequados na folha completa, no limbo e no pecíolo da folha da videira no início do amolecimento das bagas.

Tecido vegetal	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	-----g.kg ⁻¹ -----						-----mg.kg ⁻¹ -----				
Limbo	22,0	2,0	8,0	14,5	2,7	2,0	40	15	60	30	20
Pecíolo	11,0	2,2	20,0	13,0	3,5	1,3	40	15	60	20	20
Folha	19,5	2,2	11,0	13,0	4,0	2,2	30	14	60	30	20

Fonte: Pommer et al. (1993).

Tabela 13. Limites das classes de teores de nutrientes no pecíolo da videira.

Faixa de concentração	NO ₃ ⁻	N total	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mg	Zn
	mg.kg ⁻¹	-----g.kg ⁻¹ -----						-----mg.kg ⁻¹ -----			
Deficiente	< 340	< 17,0	< 1,5	< 10,0	< 10,0	< 3,0	< 30,0	< 3	< 40	< 30	< 25
Adequado	500–1200	17,0–30,0	1,5–5,0	10,0–20,0	10,0–30,0	3,0–15,0	30–100	< 6	40–300	30–150	25–100
Alto	> 1200	> 30,0	> 5,0	> 20,0	> 30,0	> 15,0	> 100	–	> 300	> 150	> 100

Fonte: adaptados de Reuter e Robinson (1986) e Jones Júnior et al. (1991).

10.9 Calagem e adubação

10.9.1 Calagem

A calagem tem a finalidade de corrigir a acidez do solo, elevando o pH e neutralizando os efeitos tóxicos causados por alumínio e manganês, concorrendo, assim, para que haja uma maior eficiência de uso dos nutrientes pelas culturas. Além da correção da acidez, a calagem eleva os teores de cálcio e de magnésio do solo, criando um ambiente favorável para o crescimento das raízes da videira.

No Submédio do Vale do São Francisco, dificilmente ocorrem solos com problemas graves de acidez, mas ocorrem solos deficientes em cálcio e magnésio, e considerando-se a importância do cálcio em conferir maior resistência aos frutos tanto no transporte, quanto no armazenamento, em relação a patógenos (POOVIAH et al., 1988), recomenda-se elevar os teores de cálcio e magnésio no solo. Há vários métodos para se estimar a quantidade de calcário a ser adicionada ao solo. Nesta região, recomenda-se a fórmula a seguir descrita e preconizada por Cavalcanti (1998), para calcular a necessidade de calagem.

$$NC \text{ (t.ha}^{-1}\text{)} = [3 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})] + 2 \times \text{Al}^{3+} \times f, \text{ em que:}$$

NC = necessidade de calagem;

Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} = teores de cálcio, magnésio e alumínio determinados pela análise de solo, em $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ de solo;

f = 100/PRNT, fator corretivo do calcário.

Nos casos em que o solo apresenta acidez elevada ($\text{pH} < 5$) ou baixa saturação de bases e baixas concentrações de cálcio e magnésio, é conveniente verificar a necessidade de calagem pelo método da saturação de bases (RAIJ et al., 1991), descrito a seguir:

$$NC \text{ (t.ha}^{-1}\text{)} = T(V2 - V1)/100 \times f, \text{ em que:}$$

T= CTC;

V1= saturação de bases encontrada no solo;

V2= saturação de bases desejada (60% a 80%);

f = 100/PRNT, fator corretivo do calcário.

O calcário deve ser aplicado a lanço e incorporado ao solo por meio de gradagem, antes da abertura das covas para o plantio das mudas da videira. Depois da abertura das covas, deve-se aplicar mais uma pequena quantidade de calcário, de 100 g.cova⁻¹ a 200 g.cova⁻¹, dependendo da análise química do solo e do volume de terra da mesma, no momento em que se vai fazer a adubação de plantio (CAVALCANTI, 1998). Em vinhedos já estabelecidos, o calcário deve ser aplicado a lanço, nas faixas entre as fileiras de plantas. Neste caso, deve-se levar em consideração a área das faixas e não a área total do terreno para se calcular a quantidade do corretivo.

Para elevar o teor de cálcio no solo, pode-se utilizar, também, o gesso agrícola. A aplicação deste corretivo deve ser feita criteriosamente, principalmente em solos com baixa CTC, situação esta, comumente encontrada no Submédio do Vale do São Francisco. Dessa forma, recomenda-se a utilização de gesso apenas em algumas situações, tais como: a) em solos com excesso de sódio - neste caso, a aplicação de gesso deve ser feita em toda a superfície, de preferência no período chuvoso, em áreas dotadas de drenagem subterrânea; b) em solos que apresentem Al³⁺ na camada subsuperficial; c) em solos com relação Ca:Mg próxima de 1:1. Nos dois últimos casos, o gesso deve ser aplicado juntamente com o calcário dolomítico, na dose de 1/3 a 1/4 da quantidade recomendada de calcário (BORKERT et al., 1987).

10.9.2 Adubação

A adubação visa complementar os teores de nutrientes existentes no solo para a obtenção de produtividades econômicas. Para isso, é necessário que seja feita de maneira correta, pois a sua deficiência ou o excesso pode comprometer a produtividade da videira e a qualidade da uva. Na prática, para a realização da correta adubação dos vinhedos, é necessário que se utilize das análises químicas do solo e do tecido vegetal como ferramenta de diagnóstico das necessidades de nutrientes tanto para o solo como para o cultivo.

Os efeitos da adubação sobre a produtividade da videira e a qualidade das uvas têm sido relatados em diversos trabalhos de pesquisa. Sanghavi e Nijjar (1978), estudando os efeitos da adubação NPK na cultivar Himrod, em Ludhiana, Índia, observaram que concentrações de NPK que proporcionaram maiores produtividades, resultaram em uvas com baixa relação entre sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável (AT). Em um estudo realizado com cinco níveis dos fertilizantes NPK em videira da cultivar Perlette, Verma e Nijjar (1978) observaram que o nível mais elevado de N (1,17 kg.planta⁻¹) promoveu maior desenvolvimento vegetativo da planta, mas causou baixa produtividade. Pulverizações com boro também

proporcionaram aumentos no peso das bagas e no teor de SS e redução da AT em uvas da cultivar Perlette (YAMDAGNI et al., 1979). Dessa maneira, observa-se que a resposta à adubação parece depender de uma aplicação equilibrada dos nutrientes.

Spayd et al. (1992) avaliaram a resposta à adubação nitrogenada, testando as doses 0,56 kg.ha⁻¹; 112 kg.ha⁻¹ e 224 kg.ha⁻¹ de N, aplicados via fertirrigação, em videiras da cultivar Riesling irrigadas por gotejamento. Em três anos de estudo, observaram que a produtividade aumentou quando a concentração de NO₃⁻ no pecíolo, coletado na fase de florescimento, oscilava em torno de 1 g.kg⁻¹. Acima desse valor, a produtividade das videiras não se correlacionou com a concentração de NO₃⁻ nos pecíolos, levando os autores a recomendar que a dose de N não deve ser superior a 56 kg.ha⁻¹, para solos deficientes em nitrogênio.

Em pesquisa realizada em um Neossolo Litólico da Serra Gaúcha, Brunetto et al. (2006) verificaram que o N proveniente do sulfato de amônio enriquecido com ¹⁵N aplicado na fase do inchamento das gemas dos ramos das cultivares Chardonnay e Riesling Renano, contribuiu muito pouco para o N determinado nas folhas, do período de brotação até a colheita da uva, e que a maior parte do N acumulado nas partes aéreas da videira na época da colheita das uvas era derivada do N do solo.

Avaliando diferentes épocas de aplicação de N, na dose de 112 kg.ha⁻¹, sob a forma de (NH₄)₂SO₄ utilizando N marcado, em videira cultivar Thompson Seedless, no Vale de San Joaquim, na Califórnia, USA, Peacock et al. (1989) observaram que as aplicações feitas em julho ou no final de setembro (logo após a colheita) resultaram em maiores concentrações deste elemento nos tecidos de armazenagem, durante a fase de dormência e nos tecidos da folha (pecíolo e limbo), durante o início do desenvolvimento até a fase de floração do ciclo produtivo consecutivo. O N proveniente do fertilizante armazenado nos tecidos das raízes, tronco e ramos foi redistribuído para garantir o crescimento inicial da planta na primavera. Ou seja, não houve tempo suficiente para que a absorção do N aplicado na fase de supressão da dormência das gemas, por ocasião da poda em abril, compusesse uma fração significativa do N-total encontrado nos tecidos da folha na fase da floração do mesmo ciclo.

Com relação ao parcelamento da adubação, Antonacci (1985) observou que para uma mesma dose de N, a distribuição fracionada apresentou melhores resultados na produtividade e qualidade dos frutos, em relação à aplicação de uma única dose.

A resposta ao P foi estudada por Skinner et al. (1988) em videiras das cultivares Chenin Blanc e Chardonnay com três anos de idade, cultivadas em solos com baixos teores de P. As plantas foram submetidas à aplicação de diferentes fontes e doses de fertilizantes fosfatados, resultando no aumento da produção e do número

de cachos nas plantas que receberam fósforo. O nível crítico de P na folha, extraído pelo ácido acético a 2%, foi de 0,8 g.kg⁻¹ e de 1,5 g.kg⁻¹ de peso seco nas cultivares Chardonnay e Chenin Blanc, respectivamente.

Skinner e Matthews (1992) estudaram o papel do P na concentração foliar de Mg e na fotossíntese, em experimentos de campo e em casa-de-vegetação, nas cultivares Chenin Blanc, Chardonnay e Carignane. Estes autores observaram que sob baixa disponibilidade de P no solo, a taxa de fotossíntese foi limitada pela baixa concentração foliar de magnésio. Os resultados obtidos indicam que a translocação de Mg das raízes para a parte aérea da videira é dependente do suprimento de P no solo e sugerem que a translocação de Mg é mais sensível ao suprimento de P, do que a própria absorção de Mg.

Em experimento conduzido com a videira Moscato Bailey, de 1986 a 1991, em Santa Catarina, Dal Bó (1992) constatou que não houve resposta às adubações nitrogenada e fosfatada; entretanto, a adição de potássio proporcionou aumento nos teores de SST, pH do mosto e coloração da uva.

Em seis anos de experimentação de adubação NPK em videira Niagara Rosada cultivada em Indaiatuba, SP, Terra (1989) concluiu que as doses econômicas para o conjunto de anos variaram de 92 g a 103 g de N e de 202 g a 261 g de K₂O por planta e ciclo de produção. Para fósforo, não obteve resposta, tendo a dose de 40 g de P₂O₅ por planta e por ciclo, sido suficiente. Posteriormente, Terra (2003) fez recomendação de adubação para videira em fase de produção, no Estado de São Paulo, com base na meta de produtividade a ser alcançada e na análise de solo, porém as doses de N, P e K são superiores às aquelas obtidas na pesquisa anterior. Ou seja, para uvas finas de mesa, as doses recomendadas variaram de 100 kg.ha⁻¹ a 150 kg.ha⁻¹ de N; 120 kg.ha⁻¹ a 600 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg.ha⁻¹ a 480 kg.ha⁻¹ de K₂O. Para uvas rústicas de mesa, suco e vinho, as doses variaram de 70 kg.ha⁻¹ a 130 kg.ha⁻¹ de N; 80 kg.ha⁻¹ a 500 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg.ha⁻¹ a 380 kg.ha⁻¹ de K₂O. Em caso de deficiência de boro no solo (< 0,21 mg.dm⁻³ de B), o autor recomendou a aplicação de doses da ordem de 1,5 kg.ha⁻¹ de B para uva fina de mesa e de 2,5 kg.ha⁻¹ de B para as outras, logo após a poda de produção.

Silva e Leão (2004) realizaram trabalho em um Argissolo Amarelo de textura arenosa, no Submédio do Vale do São Francisco, compreendendo cinco cultivares de uva sem sementes – Perlette, Thompson Seedless, Marroo Seedless, Catalunha e Sugraone, tendo como porta-enxerto a cultivar Jales, em que foram avaliadas quatro doses de nitrogênio: 0 kg.ha⁻¹, 75 kg.ha⁻¹, 150 kg.ha⁻¹ e 300 kg.ha⁻¹, em dois ciclos de produção. Os resultados obtidos revelaram que a dose de 75 kg.ha⁻¹ de N foi a que proporcionou as maiores produtividades, que foram da ordem de 26,4 t.ha⁻¹, 12,5 t.ha⁻¹ e 10,6 t.ha⁻¹ correspondentes às cultivares Marroo Seedless, Perlette e

Sugraone, respectivamente. Constataram uma relação estreita entre a produtividade e o número de cachos por planta. As doses de N não afetaram de forma importante as outras características avaliadas.

A recomendação de adubação para a videira pode variar em função de fatores de solo, nível de tecnologia adotada pelo produtor e produtividade estimada. Para as uvas de mesa, cultivares sem sementes, a produtividade oscila em torno de 20 t.ha⁻¹.ano⁻¹ e para uvas com sementes, a produtividade pode chegar a 50 t.ha⁻¹.ano⁻¹. O uso de insumos e de técnicas modernas, tal como a fertirrigação, em um vinhedo malformado, malconduzido, com falhas na população e práticas de cultivo inadequadas não se reflete em aumentos de produtividade.

Na Tabela 14 são apresentados os fertilizantes utilizados com maior frequência na cultura da videira no Submédio do Vale do São Francisco. Entretanto, no mercado, são disponibilizadas outras formulações, tais como fertilizantes quelatizados, silicatos, óxidos e produtos na forma líquida, que podem ser utilizados, desde que atendam às necessidades da cultura e às condições de uso do produto.

Quanto à adubação orgânica, ultimamente, têm sido recomendados, além do esterco de curral, compostos orgânicos, biofertilizantes e ácidos orgânicos, como condicionadores do solo e fontes de nutrientes. E quanto aos micronutrientes, existem no mercado inúmeras fórmulas comerciais, que podem ser utilizadas com a finalidade de corrigir carências detectadas na área do vinhedo.

Tabela 14. Concentrações de nutrientes nos principais fertilizantes utilizados no cultivo da videira no Submédio do Vale do São Francisco.

Fertilizantes	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	B	Zn	Cl
	----- % -----								
Uréia	45								
Sulfato de amônio	20					24			
Fosfatomonoamônio-MAP	11	48							
Fosfatodiamônio-DAP	16	45							
Nitrato de cálcio	14			19					
Nitrato de potássio	13		44						
Superfosfato simples		20		20		12			
Superfosfato triplo		45		13					
Ácido fosfórico		53							
Cloreto de potássio			60						47
Sulfato de potássio			48			17			
Sulfato de magnésio					9,5	13			
Óxido de magnésio					55				
Bórax							11,5		
Ácido bórico							17,5		
Sulfato de zinco						17,8		20	

Os ácidos orgânicos (húmico e fúlvico) apresentam algumas propriedades que têm efeito benéfico no solo, tais como: aumento da retenção de água, protegendo contra a erosão; ação cimentante das partículas do solo, atuando na formação de agregados e melhorando a estrutura do solo; manutenção do equilíbrio da solução do solo, pois apresentam ação tamponante em amplos intervalos de pH; aumento da capacidade de troca de cátions e ânions no solo, e fornecimento de nutrientes para o crescimento das plantas (CANELLAS; SANTOS, 2005). Em função das propriedades apresentadas, o uso adicional de ácidos orgânicos, provenientes de matéria orgânica humificada, na adubação mineral da videira, apresenta algumas vantagens, tais como: a) redução da sorção de fósforo na fração coloidal do solo, que retém os cátions trocáveis; b) diminuição das perdas de nitrogênio por lixiviação; c) redução do índice salino da mistura dos fertilizantes; d) concorre para uniformizar a distribuição dos nutrientes no solo (BERTON, 1997). Em trabalho realizado com fertirrigação na videira Sugraone cultivada no Submédio do Vale do São Francisco, Silva et al. (2005) verificaram que o uso de ácidos fúlvicos e húmicos proporcionou incrementos em comprimento, largura e peso médio dos cachos.

A quantidade de nutrientes a serem aplicados na adubação da videira está relacionada com o fim a que se destina a produção, visto que as cultivares de uvas com sementes para mesa são mais exigentes do que aquelas sem sementes.

10.9.2.1 Adubação para uva de mesa com sementes

A adubação de plantio deve ser realizada com base nos resultados da análise do solo, cuja distribuição dos fertilizantes minerais e orgânicos deve levar em consideração os métodos de sua incorporação no solo. Quando se utiliza o sistema em covas com abertura manual com dimensões de 0,60 m x 0,60 m x 0,60 m, os fertilizantes devem ser misturados com a terra da própria cova. Por outro lado, quando se utiliza o sistema de plantio no plano, os fertilizantes podem ser distribuídos no fundo de sulcos profundos, seguido do seu fechamento imediato, e quando se adota o sistema de camalhões, os fertilizantes podem ser distribuídos, também, no fundo do sulco ou numa faixa na superfície do solo onde deverá ser feito o camalhão.

A quantidade de adubo orgânico situa-se em torno de 20 litros.cova⁻¹ a 40 litros.cova⁻¹ de esterco de curral curtido ou quantidade equivalente de outro produto similar, enquanto a dos fertilizantes minerais dependerá dos resultados da análise de solo correlacionados com os níveis apresentados na Tabela 15. No caso de a análise de solo indicar baixos teores de zinco e boro, deve-se adicionar, ainda, 4,5 g de Zn e 1,0 g de B, por cova. As quantidades de fósforo e esterco recomendadas referem-se à aplicação em sulcos profundos ou em covas de 0,6 m x 0,6 m x 0,6 m. Se o plantio for realizado em covas de menores dimensões, as doses deverão ser reduzidas proporcionalmente, para evitar a concentração

Tabela 15. Quantidades de N, P_2O_5 e K_2O recomendadas para adubação de plantio e de crescimento de videira com e sem sementes.

Fase	N	P no solo, mg.dm ⁻³				K no solo, cmol _c .dm ⁻³			
		Solo arenoso							
		< 11	11–20	21–40	> 40	> 0,16	0,16–0,30	0,31–0,45	> 0,45
		Solo argiloso				K x 100/CTC			
		< 6	6 a 10	11 a 20	> 20	< 5	5–10	11–15	> 15
kg.ha ⁻¹	-----kg.ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ -----				-----kg.ha ⁻¹ de K ₂ O-----				
Plantio	–	160	120	80	40	30	–	–	–
Crescimento	260	–	–	–	–	160	120	80	40

excessiva dos nutrientes em um pequeno volume de solo. O restante da dose estabelecida para o P e para o esterco poderá ser aplicado no entorno das plantas, à medida em que estas se desenvolvem. Quando os teores de fósforo no solo forem superiores a $80 mg.dm^{-3}$ em solos arenosos e a $40 mg.dm^{-3}$ em solos argilosos, não se recomenda a aplicação de qualquer fertilizante contendo fósforo. O potássio deve ser aplicado nessa etapa, somente se o teor deste elemento no solo estiver abaixo de $0,16 cmol_c.dm^{-3}$ ou se a saturação de K em relação à CTC for inferior a 5%.

A adubação de crescimento constitui-se de aplicações de nitrogênio e potássio utilizando fertilizantes minerais (Tabela 15). O nitrogênio deve ser aplicado a partir de 30 dias após o transplante das mudas até o oitavo mês de crescimento. As doses de nitrogênio a serem aplicadas na fase de crescimento são definidas em função do teor de matéria orgânica do solo e das quantidades de esterco de curral aplicadas. Solos que apresentam teor de matéria orgânica abaixo de $20 g.kg^{-1}$ e que receberam doses de esterco de curral ou material equivalente ou inferior a $20 m^3.ha^{-1}$ necessitam de uma dose de N equivalente a $260 kg.ha^{-1}$. Nos solos cuja quantidade de esterco de curral aplicada for superior a $40 m^3.ha^{-1}$, a dose de N deve ser inferior a $260 kg.ha^{-1}$. A adubação potássica pode ser realizada com base nos teores de potássio disponível no solo ou na saturação de potássio em relação à CTC (Tabela 15). Embora a adubação potássica seja recomendada quando a saturação de K for superior a 15% no solo, não se deve aplicar potássio, tanto na fase de crescimento, quanto na fase de produção, se a condutividade elétrica do extrato de saturação estiver acima de $2 dS.m^{-1}$.

Na adubação de produção, realizada após a primeira poda de frutificação e a cada ciclo vegetativo, os nutrientes devem ser aplicados de forma equilibrada, sempre respeitando as necessidades nutricionais de cada fase fenológica da cultura. A recomendação de adubação deve ser feita com base na produtividade esperada

(Tabela 16) e nos resultados da análise de solo realizada antes da poda de produção bem como associada aos resultados da análise foliar e ao desenvolvimento da cultura.

Em decorrência do baixo teor de matéria orgânica na maioria dos solos do Submédio do Vale do São Francisco, o uso de adubo orgânico é imprescindível para o cultivo da videira na região. Os benefícios advindos do seu uso referem-se ao controle da temperatura do solo, aumento da atividade biológica, maior retenção de água, aumento da capacidade de troca catiônica e liberação de nutrientes após a sua oxidação. As fontes mais empregadas são os estercos de bovino, caprino e ovino e, em menor escala, composto orgânico e vermicomposto, e resíduos de origem vegetal, tais como, bagaço de cana, bagaço de coco e restos de poda.

Tabela 16. Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio indicadas para a adubação de produção para uvas com sementes, em função da produtividade estimada e da disponibilidade de nutrientes no solo.

		P no solo (mg.dm ⁻³)					K no solo (cmol _c .dm ⁻³)			
Produti- vidade esperada t.ha ⁻¹	N kg.ha ⁻¹	Solo arenoso					K x 100/CTC			
		< 11	11-20	21-40	> 80		< 0,16	0,16-0,30	0,31-0,45	> 0,45
		Solo argiloso								
		<6	6 a 10	11 a 20	> 40		< 5	5-10	11-15	> 15
				kg.ha ⁻¹ de P ₂ O ₅					kg.ha ⁻¹ de K ₂ O	
< 15	60-150	120	80	40	20	0	100	75	50	0
15-25	60-150	160	120	80	40	0	200	150	75	50
26-35	60-150	200	160	120	60	0	300	225	100	75
> 35	60-150	240	200	160	80	0	400	300	150	100

O adubo orgânico e o fósforo são aplicados após cada colheita, na linha das plantas. No primeiro ano de produção, estes adubos devem ser localizados a 50 cm de distância das plantas; no segundo ano, a 80 cm e, do terceiro em diante, até 100 cm. Essas distâncias estão relacionadas com o crescimento do sistema radicular, que deve ser efetivo a partir do momento em que a muda começa a expandir as raízes até o total estabelecimento da planta, quando as raízes deverão ocupar o máximo da área do solo a elas destinada (ALBUQUERQUE, 1996).

As quantidades de nitrogênio a serem aplicadas na fase de produção dependem do vigor da planta no ciclo anterior e do vigor da copa. Quando o vigor for baixo, recomenda-se aplicar 150 kg.ha⁻¹ de N; quando médio, 100 kg.ha⁻¹ de N e quando alto, 60 kg.ha⁻¹ de N. A adubação potássica pode ser realizada com base nos teores de potássio disponível no solo ou na saturação de potássio em relação à CTC.

As adubações com nitrogênio e potássio são realizadas em cobertura no local onde existir maior umidade e proximidade do sistema radicular, fazendo-se, a seguir, uma pequena incorporação. Com relação ao parcelamento da adubação, Antonacci (1985) observou que para uma mesma dose de N, a distribuição fracionada apresentou melhores resultados na produtividade e qualidade dos frutos. O parcelamento dos fertilizantes pode ser efetuado segundo uma curva de absorção de nutrientes, em que 40% da dose de N devem ser parcelados em aplicações no período da poda a pré-floração, 40% no período de pós-floração – tamanho chumbinho até o início da maturação da baga – e 20% no período de repouso. Quanto ao potássio, 20% da dose devem ser parcelados em aplicações no período de floração até o crescimento da baga (tamanho azeitona); 60% a partir do crescimento da baga até a maturação e 20% no período de repouso.

Quando os teores de magnésio estiverem abaixo do nível crítico (Tabela 8) no solo ou em desequilíbrio com os teores de Ca e K, recomenda-se fazer uma aplicação de 10 g.planta⁻¹ de magnésio na forma de óxido, sulfato de magnésio ou calcário dolomítico, logo após a colheita, ou fazer seis aplicações foliares com sulfato de magnésio a 2,0%, com intervalos de quinze dias, a partir da pré-floração. A aplicação de magnésio está bastante relacionada com os teores de Ca, Mg e K no solo.

Quanto aos micronutrientes, recomendam-se 4,5 g de Zn e 1,0 g de B aplicados por planta, quando as concentrações foliares destes nutrientes estiverem abaixo dos respectivos níveis críticos (Tabela 8). Estes devem ser aplicados uma vez ao ano, logo após a colheita, e/ou fazer seis aplicações foliares com sulfato de zinco a 0,2% e ácido bórico a 0,1%, ou com fertilizante foliar de uma marca idônea, com intervalos de quinze dias, a partir da floração. Tendo em vista que alguns solos do Submédio do Vale do São Francisco têm apresentado deficiência de molibdênio, sugere-se o uso de duas aplicações foliares de molibdato de sódio a 0,05%, sendo a primeira quando os brotos apresentarem 20 cm de comprimento e a segunda, 15 dias após.

10.9.2.2 Adubação para uva de mesa sem sementes

As doses de nutrientes recomendadas para as fases de transplântio das mudas e de crescimento das plantas são as mesmas recomendadas para videiras com sementes (Tabela 15), contudo, com intervalos menores, para aquelas cultivares com ciclo fenológico mais curto.

Na adubação de produção, as doses dos fertilizantes fosfatados são recomendadas da mesma forma que para as videiras de uvas com sementes, enquanto as adubações nitrogenadas e potássicas são diferentes. Ou seja, nas cultivares de uva de mesa sem sementes, as doses de nitrogênio estão relacionadas com o vigor da planta no ciclo anterior, que, por sua vez, também está relacionado com o vigor do porta-enxerto utilizado (Tabela 17).

Tabela 17. Quantidades de nitrogênio indicadas para a adubação de produção da videira em função do vigor da produtora e do porta-enxerto.

Vigor da planta	Porta-enxerto pouco vigoroso	Porta-enxerto médio vigor	Porta-enxerto muito vigoroso
	Dose de N em kg.ha ⁻¹		
Médio	90	75	50
Alto	60	50	25
Muito alto	30	25	0

No Submédio do Vale do São Francisco, tem-se observado que as cultivares de uvas sem sementes são menos exigentes em N e mais exigentes em K, que aquelas de uvas com sementes. As doses de potássio recomendadas devem ser aumentadas em cerca de 30% nestas cultivares em relação às uvas com sementes.

10.9.2.3 Adubação para uva de vinho

A adubação de plantio, também, deve ser feita com base na análise de solo e será constituída, basicamente, da aplicação de esterco de curral curtido em torno de 10 litros.planta⁻¹, no caso de utilizar-se espaçamento de 1,0 m a 1,2 m entre plantas, ou de outro produto orgânico equivalente e de fertilizantes fosfatados (Tabela 18), os quais devem ser aplicados em sulcos profundos. Quando o espaçamento entre plantas for maior que 2 m, a quantidade de esterco pode aumentar para até 20 litros.planta⁻¹, aplicados também em sulcos profundos. A quantidade total de esterco não deve ultrapassar 40 m³.ha⁻¹, o que poderá imprimir vigor excessivo às plantas.

Na fase de crescimento, devem ser utilizados os fertilizantes nitrogenados e potássicos, conforme Tabela 18.

Tabela 18. Quantidades de N, P₂O₅ e K₂O indicadas para a adubação de plantio e de crescimento da videira de uvas para vinho.

Fase	P no solo (mg.dm ⁻³)					K no solo (cmol _c .dm ⁻³)			
	N	Solo arenoso				Solo argiloso			
		< 11	11–20	21–40	> 40	> 0,08	0,08–0,15	0,16–0,21	> 0,21
		K x 100/CTC							
		kg.ha ⁻¹	< 6	6–10	11–20	> 20	< 3	3–6	7–9
		kg.ha ⁻¹ de P ₂ O ₅				kg.ha ⁻¹ de K ₂ O			
Plantio	–	120	90	60	30	–	–	–	–
Crescimento	60–90	–	–	–	–	90	60	30	–

A dose de nitrogênio deve ser, no máximo, de 90 kg.ha^{-1} , em condições de baixos teores de matéria orgânica no solo ($< 20 \text{ g.kg}^{-1}$), em aplicações parceladas, a partir de 30 dias após o plantio até o oitavo mês de crescimento.

A adubação potássica pode ser realizada de forma parcelada em conjunto com os adubos nitrogenados, com base nos teores de potássio disponível no solo ou na saturação de potássio em relação à CTC (Tabela 12). Considerando que a qualidade do vinho é afetada por quantidades elevadas de potássio absorvidas pela planta, as doses de potássio recomendadas para uvas de vinho devem ser menores do que aquelas recomendadas para uvas de mesa.

Da mesma forma que para as uvas de mesa, a adubação na fase de produção em uvas de vinho deve se basear nos resultados das análises de solo e da planta, no desenvolvimento vegetativo da cultura e no tipo do produto que se deseja obter, uma vez que a qualidade do vinho é influenciada pela absorção de nutrientes pela planta.

10.10 Adubação verde e cobertura morta

Adubação verde consiste em adicionar ao solo a biomassa de plantas, em especial leguminosas, num estágio vegetativo em que os tecidos são mais ricos em nutrientes, geralmente na floração de cada espécie utilizada. As plantas utilizadas como adubo verde são incorporadas ao solo por meio de gradagem ou, simplesmente, são ceifadas logo acima do colo e deixadas sobre a superfície do solo para formar uma cobertura morta, que, também, é conhecida por “mulch” ou “mulching”. No segundo sistema, o efeito da adubação verde é mais lento, porém mais duradouro do que no primeiro. Para vinhedos em produção, recomenda-se a utilização do sistema em cobertura, evitando-se a incorporação, que pode afetar o sistema radicular da videira. Nos cultivos irrigados de videira, como os do Submédio do Vale do São Francisco, o uso de culturas para adubação verde está condicionado a um sistema de irrigação por micro-aspersão, de tal forma que a irrigação favoreça, também, os adubos verdes, os quais devem ser plantados logo após a poda de produção, entre as filas da videira, e roçados antes da colheita, permanecendo sobre o solo como cobertura morta. A cobertura morta pode ser feita, também, com material vegetal produzido em outra área ou, ainda, com outro tipo de material, como o plástico preto. Contudo, o uso do plástico não proporciona a maioria dos benefícios concedidos pela adubação verde (melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo), restringindo-se a menores perdas de umidade do solo por evaporação e à inibição na emergência de ervas daninhas.

O emprego de leguminosas como adubação verde ou cobertura morta poderá trazer muitos benefícios ao sistema de cultivo, tais como: controle da erva

daninha; controle das variações da temperatura do solo; conservação da umidade do solo; controle de erosão; prevenção do encrostamento e redução da compactação da camada superficial do solo (ARF et al., 1999; FERNANDES et al., 1999; SILVA; ROSOLEM, 2001). Além disso, adiciona matéria orgânica e nutrientes ao solo e pode controlar a população de nematoides, contribuindo para redução da aplicação de fertilizantes industrializados e nematicidas químicos, respectivamente, reduzindo, assim, a poluição do ambiente e, conseqüentemente, favorecendo o aumento no rendimento sustentável das culturas (AMADO et al., 1999, 2001).

O fato de alguns resultados de pesquisa apresentarem resultados diferentes pode ser atribuído às condições diferentes, como solo, clima, espécie e variedade da planta e manejo da cultura utilizada como adubação verde, em que os trabalhos foram realizados.

Trabalhos realizados no Submédio do Vale do São Francisco demonstraram que, dentre as leguminosas testadas como adubo verde, destacaram-se como as mais promissoras dois genótipos de guandu (Taipeiro e D2-TYPE), o lab-lab, as mucunas preta e cinza, o feijão-bravo do Ceará (Figura 21), as crotalárias júncea (Figura 22) e breviflora e o feijão-de-porco (Figura 23), por apresentarem alta produtividade de matéria seca. Dessas, as que possuem ciclo fenológico curto (60 a 80 dias) são as crotalárias, o feijão-bravo do Ceará e o feijão-de-porco. O guandu



Foto: Clementino Marcos B. de Faria

Figura 21. Cultivo de feijão-bravo do Ceará.



Foto: Clementino Marcos B. de Faria

Figura 22. Cultivo de crotalaria júncea.



Foto: Clementino Marcos B. de Faria

Figura 23. Cultivo de feijão-de-porco.

D2-TYPE e as mucunas possuem ciclo médio, de 105 a 120 dias e guandu Taipeiro e o lab-lab, ciclo longo, de 130 a 175 dias. O guandu D2-TYPE tem o inconveniente de possuir ramos grossos, as mucunas são muito agressivas, enrolando-se em qualquer suporte que esteja próximo e o lab-lab é, também, agressivo, porém menos que as mucunas (FARIA, 2004).

As alternativas testadas por Pommer et al. (1991), em Jundiaí-SP, como cobertura morta para videira, tais como: forro de capim-gordura seco, bagaço de cana, plástico preto e manta de poliéster, mostraram-se eficazes no controle das ervas daninhas, mas não influenciaram na produtividade da videira e no peso dos cachos. Os tratamentos com materiais orgânicos, capim seco e bagaço de cana mostraram-se eficientes no controle da temperatura do solo.

Faria et al. (2004) utilizaram, no período de junho de 1996 a julho de 2002, a crotalaria júncea e o feijão-de-porco como adubação verde no cultivo da videira Itália, sob irrigação por microaspersão, em um Argissolo Amarelo de textura arenosa, no Submédio do Vale do São Francisco, e constataram que esta prática agrícola proporcionou uma melhoria nas características químicas do solo, aumentando em 52,8%, 11,4% e 12,3% na camada de 0 cm a 10 cm e em 28,5%, 6,01% e 3,4% na camada de 0 cm a 20 cm, os teores da matéria orgânica e de cálcio e o valor da CTC, respectivamente, não havendo, entretanto, efeito consistente na produtividade e na qualidade da uva.

10.11 Referências

- ALBUQUERQUE, T. C. S. de. **Uva para exportação**: aspectos técnicos da produção. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1996. 53 p. il. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 25).
- ALBUQUERQUE, T. C. S. de. **Absorção de macronutrientes pelas cultivares de videira Thompson Seedless e Italia sob efeito de diferentes retardadores de crescimento e porta-enxertos**. 1998. 69 f. Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ALBUQUERQUE T. C. S. de; ALBUQUERQUE NETO, A. A. R. de; DEON, M. DALL'I. Exportação de nutrientes pelas videiras cvs. Italia e Benitaka cultivadas no vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 10.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2005. **Anais...** Recife: SBFV, 2005a. 1 CD - ROM.
- ALBUQUERQUE, T. C. S. de; DECHEN, A. R. Absorção de macronutrientes por porta-enxertos e cultivares de videira em hidroponia. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 135-139, 2000.
- ALBUQUERQUE, T. C. S. de; MENEZES JÚNIOR, F. O. G.; SOUZA, E. S. de; COSTA, A. L. C.; ALENCAR, Y. L. Nutrientes residuais em solos de vinhedos com idades diferentes e seu efeito em plantas de alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30., 2005, Recife. **Solos**: sustentabilidade e qualidade ambiental: anais... Recife: SBCS, 2005b. 1 CD - ROM.

- ALBUQUERQUE, T. C. S. de ; ROCHA, A. M. M. R. Produção de biomassa e absorção de nutrientes por porta-enxertos e cultivares de uvas sem sementes. In: SEMINÁRIO NOVAS PERSPECTIVAS PARA O CULTIVO DA UVA SEM SEMENTES NO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2004, Petrolina, PE. [Palestras...]. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Embrapa Semi-Árido. Documentos: 185). 1 CD-ROM.
- AMADO, T. J. C. BAYER, C.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 189-197, 2001.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B.; BAYER, C. Culturas de cobertura, acúmulo de nitrogênio total no solo e produtividade do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 679-686, 1999.
- ANTONACCI, D. Influenza esercitata sulla produzione dela vite nell'ambiente caldo-arido dalla fertilizzazione azoatata nell'ambito di diverse disponibilità irrigue. **Rivista di Viticultura e di Enologia**, Conegliano, v. 38, n. 3, p. 179-207, 1985.
- ARF, O.; SILVA, L. S. da; BUZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. de; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDES, F. B. T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, p. 2629-2036, 1999.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991. 218 p. il. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- BASSOI, L. H.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. Root distribution of irrigated grapevine rootstocks in a coarse texture soil of the São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 35-38, 2002.
- BERTON, R. S. Adubação orgânica. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo: Fundação IAC, 1997. p. 30-35. (Instituto Agrônomo. Boletim Técnico, 100).
- BLACK, C. A. **Soil-plant relationships**. 2. ed. New York: J. Wiley, 1968. 792 p.
- BORKERT, C. M.; PAVAN, M. A.; LANTMANN, A. F. Considerações sobre o uso de gesso na agricultura. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 40, p. 1-3, 1987.
- BOSELLI, M. La concimazione fogliare della vite con particolare riguardo ai più importanti microelementi. **Vignevini**, Bologna, v. 10, n. 4, p. 31-34, 1983.
- BOULAY, E. Nutrition potassique et magnésienne de la vigne. Les effects du porte-graffe et du cépage. **Arboriculture Fruitière**, Montpellier, v. 35, n. 408, p. 38-44, 1988.
- BRANCADORO, L.; VALENTI, L.; REINA, A.; SCIENZA, A. Potassium content of grapevine during vegetative period: the role of the rootstock. **Journal of Plant Nutrition**. New York, v. 17, n. 12, p. 2165-2175, 1994.
- BRUNETTO, G.; WENDLING, A.; BANDINELLI, D. G.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C.A.; SILVA, L. S. da; MELO, G. W. B. de. A toxidez de cobre na aveia em vinhedos é menor em solos com alto teor de

- matéria orgânica. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10.; CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 11.; SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 2., 2005, Bento Gonçalves. **Resumos...** Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 255. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 55).
- BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J.; MELO, G. W. de; BRUNNING, F.; MALLMANN, F. J. K. Destino do nitrogênio em videiras 'Chardonnay' e 'Riesling Renano' quando aplicado no inchamento das gemas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 497-500, 2006.
- CAKMAK, I.; MARSCHNER, H.; BANGERTH, F. Effect of zinc nutritional status on growth, protein metabolism and levels of indole-3-acetic acid and other phytohormones in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Experimental Botany**, London, v. 40, n. 212, p. 405-412, 1989.
- CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. **Humosfera**: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos de Goytacazes: Ed. do Autor, 2005. 310 p.
- CAVALCANTI, F. J. de A. (Coord). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco**: 2ª aproximação. Recife: IPA, 1998. 198 p. il.
- CHADDA, K. L.; SHIKHAMANY, S. D. **The grape**: improvement, production and post-harvest management. Nova Delhi: Malhotra Publishing House, 1999. 579 p.
- CHOUDHURY, M. M.; LIMA, M. A. C. de; SOARES, J. M.; FARIA, C. M. B. de. Influência de fontes de nitrogênio e aplicação de cálcio na qualidade pós-colheita da uva cv. Italia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 322-326, 1999.
- CHRISTENSEN, L. P. Boron application in vineyards. **California Agricultura**, Berkeley, v. 40, n. 3/4, p. 17-18, 1986.
- CHRISTENSEN, L. P.; BOGGERO, J.; BIANCHI, M. Comparative leaf tissue analysis of potassium deficiency and disorder resembling potassium deficiency in Thompson Seedless grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 41, n. 1, p. 77-83, 1990.
- CHRISTENSEN, L. P.; KASIMATIS, A. N.; JENSEN, F. L. **Grapevine nutrition and fertilization in the San Joaquin Valley**. Berkeley: University of California, 1978. 12 p. il.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 3ª aproximação. Belo Horizonte: Epamig, 1978. 80 p.
- DAL BÓ, M. A. Efeito da adubação NPK na produção, qualidade da uva e nos teores foliares de nutrientes da videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 189-194, 1992.
- DAL BÓ, M. A.; BECKER, M.; BASSO, C.; STUKER, H. Levantamento do estado nutricional da videira em Santa Catarina por análise de solo e tecido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, n. 3, p. 335-340, 1989.
- DECHEN, A. R. **Acúmulo de nutrientes pela videira (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.) cv. 'Niagara Rosada', durante um ciclo vegetativo**. Piracicaba: USP-Esalq, 1979. 133 p. Dissertação Mestrado.
- DECHEN, A. R.; BATAGLIA, O. C.; SANTOS, W. R. dos. Conceitos fundamentais da interpretação de análise de plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS,

21., 1994. Petrolina, PE. **Fertilizantes insumo básico para agricultura e combate à fome: anais...** Petrolina: Embrapa-CPATSA; SBCS, 1995. p. 87-115.

DOWNTON, W. J. S. Influence of rootstocks on the accumulation of chloride, sodium and potassium in grapevines. **Australian Journal Agriculture Reserche**, Collingwood, n. 28, p. 879-889, 1977.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FARIA, C. M. B. de. **Comportamento de leguminosas para adubação verde no Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 22 p. (Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63).

FARIA, C. M. B. de; PEREIRA, J. R. Capacidade de suprimento de potássio de cinco solos do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 7, p. 673-679, 1987.

FARIA, C. M. B. de; PEREIRA, J. R. **Ocorrência do “amarelão” no meloeiro e seu controle**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1982. 2 p. (Embrapa-CPATSA. Comunicado Técnico, 8).

FARIA, C. M. B. de; PEREIRA, J. R.; MORGADO, L. B. Disponibilidade de fósforo no solo e estimativa de doses adequadas de adubação fosfatada para o tomateiro no Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 111-116, 1986.

FARIA, C. M. B. de; SILVA, M. S. L. da; SILVA, D. J. **Alterações em características de solos do submédio São Francisco sob diferentes sistemas de cultivo**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 34 p. (Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa, 74).

FARIA, C. M. B. de; SOARES, J. M. **Distúrbio fisiológico em videira no Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. 3 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado Técnico, 117).

FARIA, C. M. B. de; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S.; SILVA, M. S. L. da. Adubação verde com leguminosas em videira no Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 641-648, 2004.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, 1999.

FRÁGUAS, J. C.; SÔNEGO, O. R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **O dessecamento do cacho de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa-CNPUV, 1996. 4p. (Embrapa-CNPUV. Comunicado Técnico, 19).

FREGONI, M. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 1980. 418 p. il.

FREGONI, M. Vademècum sulle carenze e tossicità degli elementi meso e micronutritivi della vite. **Vignevini**, Bologna, v. 9, n. 3, p. 19-25, 1982.

FREGONI, M.; FRASCHINI, P. Concimazione dell uva da tavola. **Vignevini**, Bologna, v. 16, n. 10, p. 27-31, 1989.

FREGONI, M.; SCIENZA, A. Aspetti della micronutrizione di alcune zone viticole italiane. **Vignevini**, Bologna, v. 3, n. 1, p. 5-8, 1976.

FREGONI, M.; SCIENZA, A. Ruolo degli oligo-elementi nella regolazione dell accrescimento vegetativo della fruttificazione (produttività e qualità) della vite. Problemi diagnostici. **Vignevini**, Bologna, v. 5, n. 8, p. 7-18, 1978.

GALET, P. **Précis d'ampelographie pratique**. Montpellier: Dehan, 1985. 256 p.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 1999. 364 p. il.

GONÇALVES, C. A. A. **Comportamento da cultivar folha de figo (*Vitis labrusca* L) sobre diferentes porta-enxertos de videira**. 1996. 45 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. **Plant analysis handbook**: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 213 p.

KAMAS, J. **Grapevine nutrition**. Texas Winegrape Network. Disponível em: <<http://winegrapes.tamu.edu/grow/nutrition.html>>. Acesso em: 1 out. 2007.

LLORENS, N.; AROLA, L.; BLADÉ, C.; MAS, A. Effects of copper exposure upon nitrogen metabolism in tissue cultured *Vitis vinifera*. **Plant Science**, Limerick, v. 160, p. 159-163, 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo**. São Paulo: Ceres, 1976. 528 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

NOGUEIRA, D. J. P.; FRÁGUAS, J. C. Nutrição das videiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 17, p. 29-47, 1984.

PEACOCK, W. L.; CHRISTENSEN, L. P.; BROADBENT, F. E. Uptake, storage, and utilization of soil-applied nitrogen by Thompson Seedless as affected by time of application. **American Journal of Enology and Viticulture**, Lockeford, v. 40, n. 1, p. 16-20, 1989.

POMMER, C. V. Uva. In: FURLANI, A. M. C.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1993, v. 1, p. 489-524. 7 p.

POMMER, C. V.; PEDRO JUNIOR, M. J.; MARONI, L. G.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; MARTINS, F. P.; PASSOS, I. R. da S. Alternativas para cobertura morta em videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 217-225, 1991.

POOVIAH, B. W.; GLENN, G. M.; REDDY, A. S. N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 10, p. 107-152, 1988.

QUINN, P. J. Membrane stability under thermal stress. In: BIACS, P. A.; GRUIZ, K.; KREMMER, T. (Ed.) **Biological role of plants lipids**. New York: Plenum Publishing Corporation, 1989. p. 511-515.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ceres; Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. **Plant and analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, 1986. 218 p.

RICHARDS, L. A. (Ed.). **Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos**. México: Limusa, 1973. 172 p. il.

ROBINSON, J. B. Fruits, vines and nuts. In: REUTER, D. J.; ROBINSON, J. B. (Ed.). **Plant analysis: an interpretation manual**. Melbourne: Inkata Press, 1986. p. 120-147.

SANGHAVI, K. U.; NIJJAR, G. S. Effect of factorial combinations of nitrogen, phosphorus and potassium on the yield & quality of Himrod grape. **Punjab of Horticultural Journal**, Chandigarh, v. 18, n. 1/2, p. 48-52, 1978.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SCHÄFER JÚNIOR, A.; MELO, G. W.; CESARO, A. de. Influência do excesso de cobre em dois tipos de solo sobre o porta-enxerto paulsen 1103 em casa de vegetação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10.; SEMINÁRIO CYTED: INFLUÊNCIA DE TECNOLOGIA VITÍCOLA E VINICOLA NA COR DOS VINHOS, 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 175 (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 40).

SCIENZA, A. Recenti acquisizione sulle cause e sulle terapia del disseccamento del rachide. **Vignevini**, Bologna, v. 9, n. 4, p. 15-30, 1982.

SILVA, D. J.; ARAÚJO, C. A. de S.; LEÃO, P. C. DE S.; PINTO, J. M.; SOARES, J. M.; DAMASCENO, F. C. Mancha seca das bagas em cachos de uva 'Brasil' cultivada no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10.; CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 11.; SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 2., 2005, Bento Gonçalves. **Resumos...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 260. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 55). Resumo.

SILVA, D. J.; LEÃO, P. C. de S. Dessecamento da ráquis em uva Thompson Seedless cultivada no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10.; CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 11.; SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 2., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 259. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 55).

SILVA, D. J.; LEÃO, P. C. de S. Fertirrigação com nitrogênio em uvas sem sementes: 1. e 2. ciclos de produção. In: SEMINÁRIO NOVAS PERSPECTIVAS PARA O CULTIVO DA UVA SEM SEMENTES NO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2004, Petrolina, PE. **[Palestras...]**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 185). 1 CD-ROM.

SILVA, R. H. da; ROSOLEM, C. A. Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, p. 1269-1275, 2001.

SINGH, S.; BINDRA, A. S.; BRAR, S. S. Nutrients removal by grapevines (*Vitis Vinífera* L.) cv. Perlette. **Journal of Research Punjab Agricultural University**, Ludhiana, v. 22, n. 4, p. 667-670, 1985.

SKINNER, P. W.; COOK, J. A.; MATTHEWS, M. A. Response of grapevine cvs Chenin Blanc and Chardonay to phosphorus fertilizer applications under phosphorus-limited conditions. **Vitis**, Geneva, v. 27, n. 2, p. 95-109, 1988.

SKINNER, P. W.; MATTHEWS, M. A. A novel interaction of magnesium traslocation with the supply of phosphorus to roots of grapevine (*Vitis vinifera* L.). **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, n. 2, p. 218-219, 1992.

SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissue. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 13, p. 81-108, 1962.

SOUTHEY, J. M.; JOOSTSE, J. H. The effect of grapevines rootstock on the performance of *Vitis vinifera* L.(cv Colombard) on a relatively saline soil. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Dennesig, v. 12, n. 1, p. 32-41, 1991.

SPAYD, S. E.; WAMPLE, R. L.; STEVENS, R. G.; EVANS, R. G. Nitrogen fertilization of Reisling grapes: Impact on nutrient status and vine performance. Annual Meeting of ASEV, 3. Pacific Northwest Chapter, August 1992, Kelowna, B.C. Canada. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.43, n.4, p.401-402, 1992.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M. G. Physiology of flowering in the grapevine - a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 32, n. 1, p. 47-63, 1981.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Planta physiology**. 3rd ed. New York: Benjamin Cummings, 2004. 565 p.

TERRA, M. M.; GUILHERME, M. A. S.; SANTOS, W. R. dos; PIRES, E.J.P.; POMMER, C.V.; BOTELHO, R. V. Avaliação do estado nutricional da videira 'Italia' na região de Jales, SP, usando o sistema integrado de diagnose e recomendação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 309-314, 2003.

TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; NOGUEIRA, N. A. M.; POMMER, C. V. **Tecnologia para produção da uva Itália na região noroeste do estado de são paulo**. 2. ed. Campinas: Cati, 1998. 81 p. Il. (Documento Técnico, 97).

TERRA, M. M. Nutrição, calagem e adubação. In: POMMER, C. V. (Ed.). **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 405-475.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 3. ed. New York: Macmillan, 1985. 754 p.

VERMA, H. S.; NIJJAR, G. S. Response surface studies on effects of N, P and K fertilizers on vine growth, yield and fruit quality. **The Journal of Horticultural Sciences**, Ashford, v. 53, n. 3, p. 163-166, 1978.

WEAVER, R. J. **Grape growing**. New York: J. Wiley, 1976. 371 p.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974. 710 p. il.

YAMDAGNI, R.; SINGH, D.; SHARMA, S. S. Note on effect of boron sprays on yields and quality of Perlette grapes (*Vitis vinifera* L.) at different locations in Haryana Varieties. **Indian Journal of Horticultural Research**, Karnal, v. 13, n. 1, p. 51-52, 1979.